

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
Отделение контроля и диагностики

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Прогнозирование риска возникновения низового пожара в лесах сибирского региона

УДК 614.841.42:630-047.72

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е61	Рекичинская Анастасия Михайловна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Задорожная Т.А.	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Спицына Л.Ю.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Гуляев М.В.	—		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А.Н.	к.х.н.		

Томск – 2020 г.

**Результаты освоения образовательной программы по направлению
20.03.01 Техносферная безопасность**

Код рез ульт тат а	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
	Общие по направлению подготовки
P1	Способность понимать и анализировать социальные и экономические проблемы и процессы, применять базовые методы гуманитарных, социальных и экономических наук в различных видах профессиональной и социальной деятельности.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информационных технологий в развитии современного общества и для ведения практической инновационной инженерной деятельности в области техносферной безопасности
P3	Способность эффективно работать самостоятельно, в качестве члена и руководителя интернационального коллектива при решении междисциплинарных инженерных задач с осознанием необходимости интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования
P4	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, разрабатывать документацию, презентовать и защищать результаты инновационной инженерной деятельности, в том числе на иностранном языке.
P5	Способность применять основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования с целью выбора и оптимизации устройств, систем и методов защиты человека и природной среды от опасностей.
	Профиль
P6	Уметь выбирать, применять, оптимизировать и обслуживать современные системы обеспечения техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов
P7	Уметь организовать деятельность по обеспечению техносферной безопасности на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях, в том числе при реализации инновационных междисциплинарных проектов
P8	Уметь оценивать механизм, характер и риск воздействия техносферных опасностей на человека и природную среду
P9	Применять методы и средства мониторинга техносферных опасностей с составлением прогноза возможного развития ситуации

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное образовательное учреждение
 высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
 Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
 Отделение контроля и диагностики

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 20.03.01 Техносферная
 безопасность
 _____ А.Н. Вторушина
 04.02.2020 г.

**ЗАДАНИЕ
 на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
1Е61	Рекичинской Анастасии Михайловне

Тема работы:

Прогнозирование риска возникновения низового пожара в лесах сибирского региона	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	28.02.2020 № 59-52/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	08.06.2020 г.
--	---------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объектом исследования выпускной квалификационной работы являются лесные низовые пожары Томской области.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Аналитический обзор литературных источников по составу леса Томской области, причин возникновения низовых пожаров, особенности низовых пожаров в лесных массивах, роль климатических факторов в распространении низовых пожаров в Томской области. Составление логико–графического анализа причин возникновения низовых пожаров в Верхнекетском районе Томской области (головное событие низовой пожар). Проведение расчетов с целью определения вероятности возникновения события

	или фактора способствующих развитию низового пожара. Предложение мероприятий по предупреждению возникновения низовых пожаров в Томской области
Перечень графического материала	Таблицы, рисунки
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Спицына Любовь Юрьевна
Социальная ответственность	Гуляев Милий Всеволодович

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	04.02.2020 г.
---	----------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Задорожная Т.А.	к.т.н.		04.02.2020 г.

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е61	Рекичинская Анастасия Михайловна		04.02.2020 г.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа неразрушающего контроля и безопасности
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
Уровень образования бакалавриат
Отделение контроля и диагностики
Период выполнения весенний семестр 2019/2020 учебного года

Форма представления работы:

бакалаврская работа

**КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы**

Срок сдачи студентом выполненной работы:	08.06.2019 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
10.03.2020 г.	Разработка раздела «Обзор литературы», подбор литературы, проведение теоретических обоснований	20
30.03.2020 г.	Раздел «Проблема возникновения низового пожара»	10
13.04.2020 г.	Раздел «Практическая часть», проведение логико–графического анализа	15
27.04.2020 г.	Раздел «Практическая часть», проведение опроса по методу экспертных оценок вероятных событий и факторов	15
4.05.2020 г.	Раздел «Мероприятия по предупреждению возникновения низовых пожаров», предложение инженерно–технических мероприятий	10
11.05.2020 г.	Разработка разделов «Социальная ответственность» и «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	10
08.06.2019 г.	Оформление и представление ВКР	20

Составил преподаватель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Задорожная Т.А.	к.т.н.		04.02.2020

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП 20.03.01 Техносферная безопасность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Вторушина А.Н.	к.х.н.		04.02.2020

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
1Е61	Рекичинской Анастасии Михайловне

Школа	ИШНКБ	Отделение (НОЦ)	20.03.01
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Техносферная безопасность

Тема ВКР:

Прогнозирование риска возникновения низовых пожаров в лесах сибирского региона.	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования выпускной квалификационной работы являются лесные пожары Томской области. Работа проводится в 18 корпусе ТПУ, в аудитории 608.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	Правовое обеспечение и организационные мероприятия согласно ГОСТ 12.0.004-2015, Федеральный закон от 24.07.1998 г. № 125-ФЗ и ТК РФ от 30.12.2001 N197-ФЗ. Законодательные и нормативные документы по теме: 1. ГОСТ 12.0.003-2015. 2. ТИ Р М-068-2002. 3. СП 52.13330.2016. 4. ГОСТ 12.1.002-84. 5. СанПиН 2.2.4.548-96. 6. Приказ от 28 марта 2014 года N 155н «Об утверждении Правил по охране труда при работе на высоте» (ред. от 20.12.2018) 7. ГОСТ 12.1.038-82.
2. Производственная безопасность:	Анализ потенциально возможных вредных и опасных факторов проектируемой производственной среды. Разработка мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов: – неблагоприятный микроклимат – недостаточная освещенность рабочей зоны – повышенный уровень шума на рабочем месте – повышенный уровень напряженности

	электростатического и электромагнитного полей – - электроопасность – - пожаровзрывобезопасность (как ЧС)
3. Экологическая безопасность:	– анализ воздействия объекта на атмосферу, гидросферу и литосферу. – решение по обеспечению экологической безопасности.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	– Анализ возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; – выбор наиболее типичной ЧС; – разработка превентивных мер по предупреждению ЧС; – разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий. – Пожаровзрывобезопасность (причины, профилактические мероприятия, первичные средства пожаротушения).

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель ООД	Гуляев Милий Всеволодович	—		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е61	Рекичинская Анастасия Михайловна		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
1Е61	Рекичинской Анастасии Михайловне

Школа	ИШНКБ	Отделение школы (НОЦ)	ОКД
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	20.03.01. Техносферная безопасность

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад руководителя -26300 руб. Оклад студента -2600 руб. Бюджет проекта не более 60000 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Дополнительная заработная плата 13% Накладные расходы 16% Районный коэффициент 30% Значение показателя интегральной ресурсоэффективности не менее 3 баллов из 5.
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 28 %

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Определение потенциального потребителя результатов исследования, анализ конкурентных технических решений.
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Формирование плана и графика разработки: - определение структуры работ; -определение трудоемкости работ; -разработка графика Ганта. -расчет бюджета НИ
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Оценка сравнительной эффективности проекта

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT
3. Альтернативы проведения НИ
4. График проведения и бюджет НИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Спицына Любовь Юрьевна	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
1Е61	Рекичинская Анастасия Михайловна		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа содержит 83 страниц, 9 рисунков, 39 таблиц, 44 источника, 1 приложение.

Ключевые слова: лесной пожар, низовой пожар, оценка риска, метод экспертных оценок, пожароопасность, чрезвычайная ситуация, Томская область, Верхнекетский район.

Объектом исследования выпускной квалификационной работы являются лесные низовые пожары Томской области.

Цель работы – прогнозирование риска возникновения низового пожара в лесах сибирского региона.

В процессе исследования проводился анализ причин возникновения низовых пожаров в Верхнекетском районе Томской области. На основании анализа было построено «Дерево событий», головное событие – низовой пожар. Проведены расчеты с целью определения вероятности возникновения события или фактора способствующих развитию низового пожара с помощью инструмента статистики.

В результате исследования были предложены мероприятия по предупреждению возникновения низовых пожаров в Верхнекетском районе Томской области.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ЧС–чрезвычайная ситуация
ЛП–лесной пожар
ЛНП–лесной низовой пожар
ВП–верховой пожар
НП–низовой пожар
УНП–устойчивый низовой пожар
ЛГМ–лесной горючий материал
СД–статистические данные
ОС–окружающая среда
ПФ–природный фактор
АФ–антропогенный фактор
ЕП–естественные причины
ТО–Томская область
ВР–Верхнекетский район
ЛФ–лесной фонд
ПО–пожароопасность
МУ–метеорологические условия
РП–распространение пожара
ЛВЖ– легко воспламеняющаяся жидкость
ППБ–противопожарный барьер
ГС–главное событие
РО–распространение огня
ЛПР–лесопожарные риски
ОС–окружающая среда
ИП–интенсивность пожара
ПРВП–прогнозирование риска возникновения пожара
ООПТ–особо охраняемые территории

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 №197–ФЗ
2. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя
3. ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»
4. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы;
5. СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях»
6. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
7. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий.
8. СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях, жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки;
9. ГОСТ Р 58771-2019 Менеджмент риска. Технологии оценки риска.

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ	10
НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	11
ВВЕДЕНИЕ	14
1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР	15
1.1. Состав леса Томской области.....	15
1.2. Анализ статистических данных по пожарам	18
1.3. Факторы возникновения и распространения низовых пожаров.....	22
1.4. Виды низовых пожаров	29
2. ПРОБЛЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ НИЗОВОГО ПОЖАРА	30
2.1. Понятие лесопожарного риска	30
3. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	33
3.1. Логико–графический метод анализа, «Дерево событий».	33
3.2. Экспертная оценка факторов и событий, приводящих к ЧС	37
4. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ ВОЗНИКНОВЕНИЯ НИЗОВЫХ ПОЖАРОВ	41
4.1. Мероприятия по предупреждению возникновения ЛП	42
4.2. Мероприятия по ограничению распространения и развития лесных пожаров.....	42
4.3. Организационно-технические и другие противопожарные мероприятия	43
5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	44
5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности ...	45
5.1.1. Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.	45
5.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.....	45
5.2. Производственная безопасность	46
5.2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов	46
5.2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия.	47
5.3. Экологическая безопасность	51
5.4. Безопасность в ЧС.....	52

6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	56
6.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	56
6.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования	56
6.1.2. Предпроектный анализ	56
6.1.3. Анализ конкурентных технических решений	57
6.2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований	63
6.3. Планирование научно-исследовательских работ	64
6.3.1. Структура работ в рамках научного исследования	64
6.3.2. Определение трудоемкости выполнения работ	65
6.3.3. Разработка графика проведения научного исследования	67
6.4. Бюджет научного-технического исследования	70
6.4.1. Расчет материальных затрат НТИ	70
6.4.2. Основная заработная плата исполнителей темы	71
6.4.3. Дополнительная заработная плата исполнителей темы	74
6.4.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	74
6.4.5. Накладные расходы	74
6.4.6. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	75
6.5. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования ..	75
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	78
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	79
ПРИЛОЖЕНИЕ	82

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день актуальной проблемой в России являются лесные пожары. Лесные пожары причиняют большой ущерб экологии, например для восстановления леса необходимо несколько десятков лет, а иногда и больше времени. В ситуациях, когда промышленные предприятия находятся недалеко от леса, ущерб от лесного пожара может быть достаточно крупным. Но самую большую опасность представляет угроза населенным пунктам, когда пожар может нанести существенный вред жизни человеку. Причиной пожара могут быть природные факторы: сухие грозы и молнии, но чаще всего причиной является сам человек, начиная от простого отдыха в лесу и заканчивая сельскохозяйственными палами.

Важно и нужно правильно, быстро и эффективно прогнозировать риск возникновения пожара. Большое значение имеет прогноз возникновения низового пожара, так как в 90% возникает в лесах низовой пожар.

В странах, где леса занимают большую часть территории, они являются национальной проблемой. Ежегодно на территории лесного фонда Российской Федерации регистрируют от 10 до 36 тысяч пожаров, с очень большой площадью поражения лесов. Территория России, покрытая лесами, составляет 8 млн. км², то есть это 45,8% территории страны.

С давних пор в России была система обнаружения лесных пожаров, она заключалась в установлении пожарных вышек, с которых проводился мониторинг территории. На данный момент в России используется космический мониторинг для обнаружения лесных пожаров

Цель работы:

Прогнозирование риска возникновения низового пожара в лесах сибирского региона.

Задачи работы:

Изучить структуру леса Томской области и проанализировать статистические данные по пожарам за последние 10 лет.

Рассмотреть основные причины, факторы возникновения и распространения низовых пожаров.

Провести оценку риска возникновения низовых пожаров на основе построения дерева событий и разработать рекомендации по снижению риска возникновения низового пожара в Верхнекетском районе Томской области.

Объектом исследования выпускной квалификационной работы являются лесные низовые пожары Томской области.

Предмет исследования:

Метод прогнозирования риска возникновения низовых пожаров на основе построения дерева событий.

1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1. Состав леса Томской области

Томская область находится на юго-восточной части Западно–Сибирской равнины, в среднем течении р.Оби. По площади область занимает 314,4 тыс. км². Граничит с такими областями как: Кемеровская, Новосибирская, Омская, Тюменская, Ханты-Мансийским автономным округом, Красноярским краем. На рисунке 1 приведена карта Томской области.

Город Томск является административным центром. Через город протекает река Томь. Население города–1034,9 тыс. человек, плотность 3,27 на 1км².

Томская области относится к богатом лесному краю, где лесной фонд составляет около 90% всей территории.

Болота занимают около 92% земельного фонда области, сельскохозяйственных полей не так много, большую часть составляют труднодоступные сенокосы.



Рисунок – 1 Административное районирование ТО

Рельеф Томской области (ТО) относится к равнинной местности, со слабой дренированностью. Фактор «дренированность» имеет значение в образовании разнообразного лесного покрова леса. Более, чем на сотни километров, растягиваются плоские и сильно заболоченные равнины с отметками, которые не превышают 200 м над уровнем моря.

Климат ТО объясняется расположением в центральной части Западно-Сибирской равнины. Неустойчивую погоду в области определяет достаточно сложное взаимодействие воздушных потоков.

Среднегодовая температура воздуха отрицательная, продолжительность безморозного периода от 90–110 дней.

Значение гидротермического коэффициента показывает, что вся территория ТО избыточно увлажненная. Высота снежного покрова от 60 – 80 см, снег держится около 197 дней. Первый снег появляется в октябре, а сходит в конце апреля.

Таблица 1 – Среднемноголетние показатели температуры воздуха и осадков

Показатели	(0)С / мм
Среднегодовая температура (0)С	-0,6
Средняя температура июля (0)С	+18,1
Средняя температура января (0)С	-19,2
Средняя сумма осадков, мм	520

Общая площадь земель лесного фонда составляет 28 820,1 тыс. га, в том числе хвойными породами занято 10 334,1 тыс. га. Запас древесины–2 861,37 млн. м³. Примерно половина леса ТО это–хвойные деревья. На территории области есть 290 особо охраняемых территорий (ООПТ), с общей площадью 1093,3 тыс.га.

В том числе ООПТ регионального значения:

- заказники – 16 (1 069,1 тыс. га), территория рекреационного значения – 2 (0,662 тыс. га),
- памятники природы – 161 (16,5 тыс. га), из которых 83 ботанических памятника природы (7,3 тыс. га).

Большое значение в ряду ботанических памятников являются кедровые древостой, которые расположены недалеко от населенных пунктов. Площадь таких кедровников составляет 8,8 тыс.га.

Общая площадь лесов на территории ТО по состоянию на 01.01.2018 года составляет 28 798,9 тыс. га, в том числе:

- на землях лесного фонда - 28 772,0 тыс. га (99,9%);
- на землях населенных пунктов - 6,4 тыс. га (0,03%);
- на землях обороны и безопасности - 20,5 тыс. га (0,07%).

В таблице 2 представлены данные о распределении площади лесов, расположенные на землях лесного фонда, по лесничествам и муниципальным районам. [1]

Таблица 2 – Распределение площади лесов, расположенных на землях лесного фонда, по лесничествам и муниципальным районам

№ п/п	Муниципальный район	Лесничество	Леса на землях лесного фонда, площадь, га	По отношению к показателям предыдущего лесного плана Томской области	
				изменение площади, га	%
1	Александровский	Александровское	2 592 674		
2	Асиновский	Асиновское	447 733		
		Кривошеинское	12 936		
		Первомайское	282		
		Улу-Юльское	28 906		
3	Бакчарский	Бакчарское	2 385 577		
4	Каргасокский	Васюганское	2 983 376	-9 280	-0,3

		Каргасокское	5 422 797		
5	Верхнекетский	Верхнекетское	4 305 201		
6	Зырянский	Зырянское	258 315		
7	Парабельский	Кедровское	1 840 914		
8	Колпашевский	Колпашевское	1 511 604		
9	Кожевниковский	Тимирязевское	10580		
		Шегарское	656		
		Кожевниковское	169 930	-19 996	-12
10	Томский	Корниловское	356 275	+160 646	45
	Томский	Томское	356792	+26 673	1,1
11	Кривошеинский	Кривошеинское	363 169		
12	Молчановский	Кривошеинское	34393		
		Молчановское	429 485		
			60 650		
13	Парабельский	Парабельское	1 652 051		
14	Тегульдетский	Тегульдетское	1 187 185		
15	Первомайский	Первомайское	1476273	-42	-0,01
16	Чаинский	Чаинское	564 717	-34 404	-5,7
17	Шегарский	Шегарское	319533		
	Всего		28 772004	+168307	+0,6

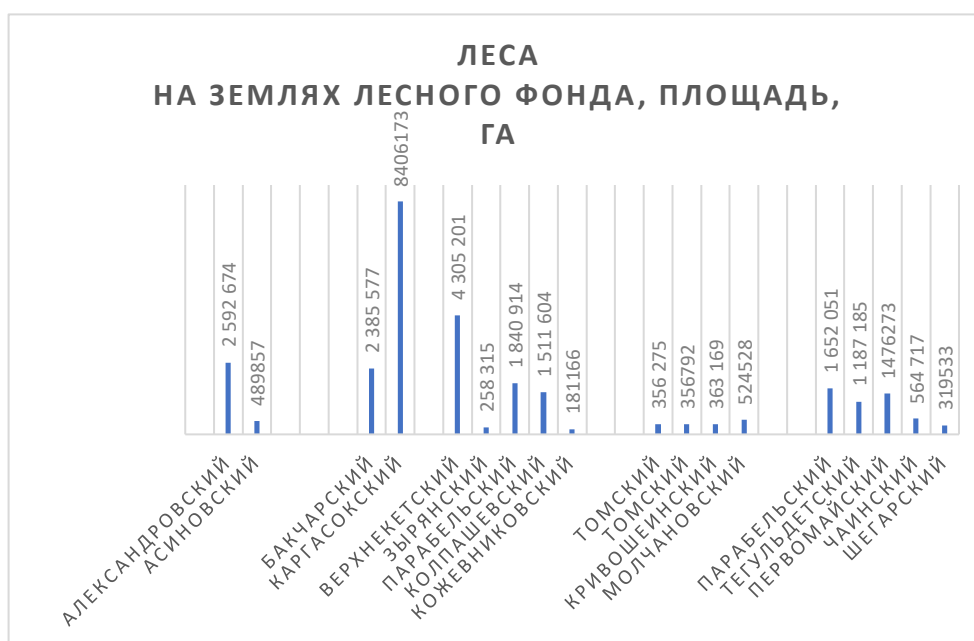


Рисунок – 2 Леса на землях лесного фонда, площадь [1]

Из рисунка 2 видно, что земли Карагасокского, Верхнекетского и Александровского муниципальных районов занимают большую часть лесного фонда ТО.

1.2. Анализ статистических данных по пожарам

При разработке методик определения пожарной опасности необходимы статистические данные (СД) за прошедшие годы. Возникновение природных пожаров, в основном, происходит из-за естественных причин (сухие грозы, ЛГМ, погодные условия), так же одной из причин является антропогенный фактор (пал сухой травы, разжигание костров в пожароопасный период и т.д.). В ТО примерно в 55% источником лесных пожаров является человек. Ниже приведена диаграмма лесных пожаров (ЛП) в России за период 1992-2016 годы. [2-3]



Рисунок – 3 Количество пожаров в России за 1992-2016 г.г. [2]

Из диаграммы видно, что наибольшее число ЛП произошло в 1999, 2002, и 2010 годах. Основной причиной ЛП является человек – его небрежность при пользовании в лесу огнем во время работы и отдыха. Большинство пожаров возникает в результате сельскохозяйственных палов, сжигания мусора, в местах пикников, сбора грибов и ягод, во время охоты, от брошенной горячей спички, непотушенной сигареты. Во время выстрела охотника вылетевший из ружья пыж начинает тлеть, поджигая сухую траву. Часто можно видеть, насколько завален лес бутылками и осколками стекла. В солнечную погоду эти осколки фокусируют солнечные лучи как зажигательные линзы. Не полностью потушенный костер в лесу служит причиной последующих больших бедствий.

Пожароопасность (ПО) в лесах обычно определяется следующими факторами:

- 1) Способностью насаждений гореть;
- 2) Присутствие источника огня (разведение костров, наличие вблизи железных дорог, автодорог);

3) Условия тушения лесных пожаров. [4]

Большой горимости подвержены хвойные молодняки, так же места сплошных рубок: лишайниковые, вейниковые и др. типы вырубок; сильно поврежденные древостои (сухой, участок ветролома и бурелома); захламленные гари. Наименьшей горимости подвержены: осинники, березняки. Весной до того, как леса станут зелеными (в первой декаде апреля) и осенью после схода последней листвы (в первой декаде октября), наблюдаются очень частые пожары. Так же ПО зависит от погоды, влажности и без дождевых дней.

ПО в ТО определяется природными отличиями территории. Большая часть покрыта хвойными лесами, а хвойный лес является наиболее ПО. Так же очень распространены лесные горючие материалы (мох, опад, лишайники и многое другое). Для области так же свойственно сухое и жаркое лето. Среднегодовая горимость лесов ТО составляет примерно 100-110 дней, продолжается в течении ПО периода с первой декады апреля по первую декаду октября. [5]

Рассмотрим статистические данные (СД) лесных пожаров по лесничествам за последние 10 лет. На территории области организовано 21 лесничество.

Таблица 3 – Статистика лесных пожаров по лесничествам с 2010-2019 г.г.

№	лесничество	количество пожаров									
	год	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1	Молчановское	3	13	31	-	8	8	9	1	-	2
2	Зырянское	2	14	16	-	5	5	4	-	-	6
3	Верхнекетское	9	63	87	20	36	16	79	12	23	50
4	Бакчарское	1	5	12	-	-	1	10	1	-	1
5	Кожевниковское	10	13	9	3	6	1	3	7	1	15
6	Шегарское	13	21	10	1	2	3	8	7	5	16
7	Тимирязевское	30	48	61	10	44	-	52	49	31	42
8	Каргасокское	2	11	97	7	2	3	12	9	1	2
9	Кривошеинское	4	4	10	-	1	-	7	-	1	10
10	Первомайское	6	8	23	-	11	3	14	6	4	18
11	Кедровое	-	1	3	-	3	3	11	13	11	10
12	Корниловское	-	1	5	-	-	-	3	-	3	1
13	Асиновское	-	6	16	1	1	8	9	2	1	33
14	Улу-Юльское	-	3	24	5	3	1	51	1	1	4
15	Парабельское	-	6	12	3	1	4	4	1	2	1
16	Александровское	-	2	41	1	2	60		3	-	1
17	Колпашевское	-	9	43	4	2	6	13	1	-	4
18	Тегульдетское	-	2	11	-	1	-	3	-	-	1
19	Васюганское	-	1	10	1	-	-	3	-	1	-
20	Томское	-	4	8	3	1	1	3	1	1	7
21	Чаинское	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-
22	Коларовское	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-
	всего за год:	80	235	529	59	129	131	298	114	86	224

Из СД видно, что наибольшее количество пожаров приходится на 2012 год – 529, так же на 2016 год. Если рассматривать по лесничествам, то

наибольшее количество пожаров происходит в Верхнекетском районе, так же в Тимирязевском лесничестве. Пожары в данных районах происходят по ряду причин. На рисунке 4 показано количество пожаров в ТО с 2010-2019 года.

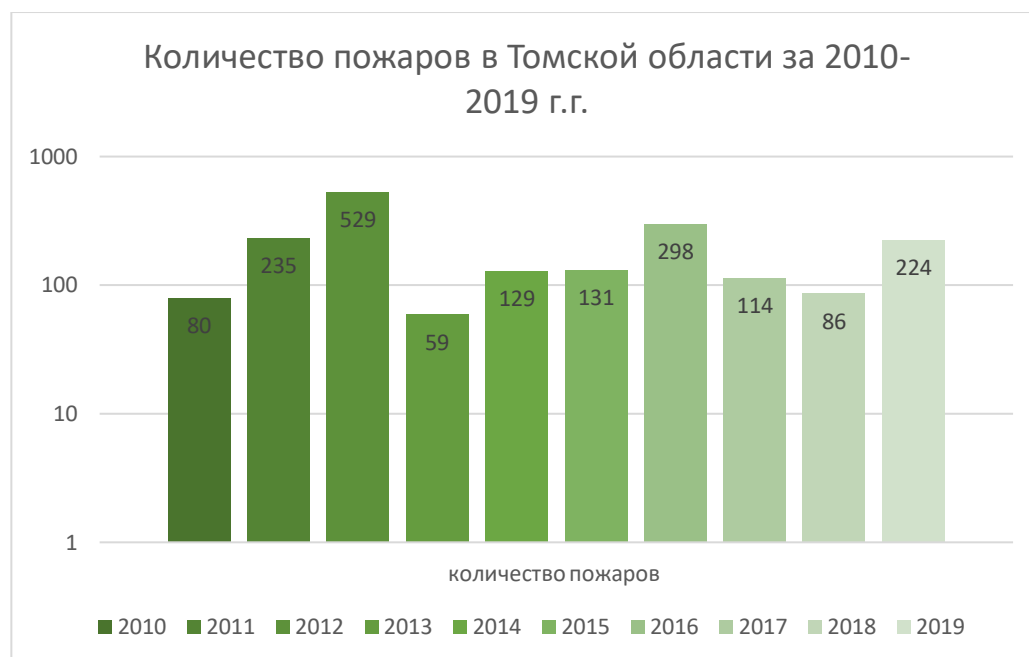


Рисунок – 4 Количество пожаров в Томской области за последние 10 лет.

Проведем анализ Верхнекетского района ТО. Верхнекетский район расположен на северо-востоке ТО и граничит с севера, запада, северо-запада, северо-востока и востока – с Каргасокским, Колпашевским, Парабельским районами и Красноярским краем; с юга, юго-запада, юго-востока – с Первомайским, Молчановским, Тегульдетским районами. Территория: 43,3 тыс. м³. Административный район Белый Яр. Общая площадь ЛФ составляет 391,4 млн м³. По площади идет вторым после Каргасокского района.

Причин ЛП, по мнению Федерального агентства лесного хозяйства, достаточно много. Лес в этом районе в основном составляет сосна, очень высокая грозовая активность, в частности – это сухие грозы. Самая основная причина — это сухое лето, без осадков. Через Верхнекетский район (ВР) проходит очень много дорожных путей сообщения, таких как автомобильные и железнодорожные. На территории ВР преобладает песчаного вида почва, которая не имеет свойств удерживать влагу. Так же в ВР районе достаточно много труднодоступных лесных районов. Иногда нет возможности добраться до очага лесного пожара, для того чтобы предотвратить его распространение.

В таблице 4 приведены статистические данные о площади поражения лесными пожарами в ТО за период 2010-2019 гг.

Таблица 4 – Площадь, пораженная пожарами за 2010-2019 г.г.

№	Лесничество	Площадь, пораженная пожаром, га.									
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
1	Молчановское	48	257,9	12445,6	-	67	438,36	491,29	3	-	8,5
2	Зырянское	13	215,2	291,85	-	690,5	24	42,2	-	-	209,8

3	Верхнекетское	150,63	1998,25	50040,29	1584,81	1106,58	403,7	8963,64	153,53	337,67	285,17
4	Бакcharское	1	16	4683,34	-	-	100	333	4	-	40
5	Кожевниковское	62,24	163,91	94,5	7,5	26	10	10	48,05	7	103,54
6	Шегарское	70,25	286,8	75,4	9	49	35,2	54,9	55,1	46,33	188,45
7	Тимирязевское	79,29	2427,12	1749,98	21,84	464,04	-	272,53	192,92	171,01	156,17
8	Каргасокское	41	415,23	9141,74	171,5	1	8,7	92,2	193,3	30	30,5
9	Кривошеинское	58	170,5	6864,8	-	20	-	35,8	-	9,3	63,05
10	Первомайское	66,4	87,5	1369,2	-	103,6	32,6	240,4	34,6	9,2	98,55
11	Кедровое	-	8	649	-	127,7	5,74	16,6	11,2	22,6	36,7
12	Корниловское	-	2,15	1446,2	-	-	-	26,7	-	36,8	7,15
13	Асиновское	-	205,16	436	2,5	3,7	55,4	85,5	26,5	1	259,01
14	Улу-Юльско	-	23	1168,3	201,1	13,1	1,5	5341,7	68	2,8	0,7
15	Парабельское	-	534,1	1254	26	2,7	254,7	136	80	0,49	0,04
16	Александровское	-	6	149210,7	85	70	304,2	-	134	-	113
17	Колпашевское	-	293,05	4546,39	28,05	25	141,7	1141,6	1,5	-	390
18	Тегульдское	-	68,40	688,8	-	43	-	34,5	-	-	14,5
19	Васюганское	-	1	9925	0,5	-	-	96,6	-	0,15	-
20	Томское	-	10,65	82	29,5	7	46,64	17	15,9	5	53,3
21	Чаинское	-	-	-	-	214	-	-	-	-	-
22	Коларовское	-	-	-	-	-	91,2	-	-	-	-
	Всего	589,81	7121,52	256163,1	2167,3	3033,92	1953,64	17432,16	1021,6	679,35	2058,13



Рисунок – 5 Площадь, пораженная пожарами в Томской области за последние 10 лет.

Из рисунка 5 видно, что наибольшей площади поражения ЛП подверглись леса в 2012 и в 2016 годах. В 2012 площадь, пораженная пожаром в ТО, достигла значения 256163,1 га., а в 2016– 17432,16 га. Это связано с жарким, сухим летом, отсутствием осадков на протяжении всего пожароопасного сезона. Обычно в июле и в августе подвергаются горению северные районы (Парабельский, Колпашевский, Верхнекетский). Горят хвойные леса и основная причина — это антропогенный фактор (АФ). В мае месяце, в основном, горят южные районы области (Асиновский, Томский, Зырянский, Кожевниковский). Это связано с большим количеством полей,

которые не подвергаются обрабатыванию под сельскохозяйственные назначения, в весенний период так же пал сухой травы.

На основе анализа статистических данных по пожарам в ТО можно сделать вывод, что самым пожароопасным является ВР. Необходимо проводить лесному хозяйству регулярные профилактические мероприятия в лесах этого района, чтобы не допустить развития таких огромных масштабов.

1.3. Факторы возникновения и распространения низовых пожаров

Развитие и возникновение ЛП возможно при наличии:

1. горючего материала,
2. благоприятных условий для созревания загорания ЛГМ,
3. источника огня (рис. 6).

Рассмотрим каждый из этих пунктов подробно.

- 1) Наличие горючих материалов (объектов загорания)

Если один из этих пунктов будет отсутствовать, то возникновение пожара невозможно. Источник огня обычно определяет причину лесного пожара, так же возможность воспламенения ЛГМ.[6]



Рисунок – 6 Возникновение лесного пожара
(Триада загорания леса)

ЛГМ в лесу достаточно много. Влияние на воспламенение, распространение оказывают погодные условия (осадки, температура и влажность воздуха, скорость ветра, облачность и др.), так же рельеф местности и т.д.

ЛГМ в лесу—это все то, что произрастает в лесу. Они являются одним из источников возникновения пожара в лесу.

Распространенные ЛГМ принято объединять в группы.

1. Мхи и кустистые лишайники. Оказывают существенное влияние на возникновение и распространение ЛП, доминируют среди всех напочвенных ЛГМ. В сухую погоду мхи и лишайники воспламеняются наиболее быстро, чем другие ЛГМ.
2. Кустарники и травы. Напочвенный покров с имеющимися кустарниками и травами наиболее преобладает в таежной зоне. Он характерен для местности, где не покрыта лесом площадь.

Например, в Сибири покров из трав образуется в результате прореживания хвойных лесов из-за пожаров.

3. Подрост и подлесок. В большинстве видов лесов появляется густой ярус носящий пирологическое значение. Наблюдается повышенная ПО можжевельника обыкновенного.
4. Опад. Это комплекс всех мелких частей лесного растительного покрова. Сюда относят отмершие стебли травы.
5. Подстилка. Принято называть верхний слой горизонта почвы, состоящей из отмерших частей растительности с разной степенью разложения и лишения природной структуры. Подстилка увлажняется за счет дождей и остается длительное время влажной. Сохнет подстилка по слоям.
6. Торф. Встречается в болотистой местности, является естественным объектом горения при ЛП. Торфяные пожары возникают в торфяниках, на болотах или высушенных болотах. Отличаются ТП тем, что они разгораются очень медленно и развиваются тоже медленно, так же продолжают долгое время (от месяца до нескольких лет), нежели чем низовой пожар.
7. Валежники и пни. Валежники – попадавшие на землю деревья из-за сильного ветра, трухлявости дерева или обильного снегопада. При низовых пожарах древесина одиночных валежников и пней не подвергается горению.
8. Полог древостоя. В пологе древостоя при возникновении верхового пожара подвергаются горению листья, хвоя, тонкие мертвые веточки и т.д.
9. Стволы и ветви деревьев являются большей частью фитомассы лесного биогенеза. Сгорают при ЛП очень редко.

Для прогнозирования риска возникновения НП большую роль имеют свойства ЛГМ. Чтобы их описать обычно применяют топливные модели. Горючими материалами в лесу причисляют все растения, как живые, так и мертвые, опад, валежники, подстилка, торф. [7]

ЛГМ можно рассортировать на 3 уровня.

- Простые части из объединений ЛГМ, таких как части деревьев (сучья, ветви и т.д), кустарники, подрост.
- Элементарных комплексов (слоев ЛГМ) внутри биогеоценозов.
- Классификация биогеоценозов как сложных объединений ЛГМ.

В американской национальной системе оценки ПО (NFDRS-78), ЛГМ делятся на две большие группы: мертвые и живые. Имеется суждение, что живые растения могут поддерживать водный баланс, а мертвые, наоборот, зависят от погодных условий. Но такое категорирование справедливо только для США, так как в лесах США отсутствует мохово-лишайниковые покровы.

А в канадской системе CFFDRS для оценки пожарной опасности по метеорологическим условиям (МУ) был установлен трёхслойный комплекс

ЛГМ. Состоит он из напочвенного покрова (мха, опада и хвои). Покров из мха в сосняках на дренированных почвах состоит из следующего:

1. Верхний слой мха (3-4 см.)
2. Нижний слой мха (2-4 см.)
3. Слой подстилки (2,5-4,5 см.)

Н.П. Курбатский в классификации при делении слоев ЛГМ учитывает не только местонахождение в биогеоценозе, но также выполнение функций при пожаре [8]:

- 1) Проводники горения
- 2) Поддерживающие горение
- 3) Тормозящее горение

Подробная классификация приведена в таблице 5.

Таблица 5 –Классификация ЛГМ

	Группа ЛГМ	Вид горючего материала	Тип горения
Проводники горения	I.	Опад, лишайники, мхи	Преимущественно пламенное
	II.	Лесная подстилка, торф	Тление
	III.	Валежник, пни, крупные порубочные остатки	Здоровая древесина горит преимущественно пламенно, гнилая-тлеет
Поддерживающие горение	IV.	Травы, кустарнички, плауны, сеянцы древесных растений	Пламенное
	V.	Подрост и подлесок	Преимущественно пламенное, хвойные горят интенсивней, чем лиственные
	VI.	Хвоя, листва, несущие их веточки и мелкие сучья пологая древостоя	Преимущественно пламенное, хвойные горят интенсивней, чем лиственные
Задерживающие горение	VII.	Некоторые виды трав, кустарничков и деревьев	Самостоятельно не горят из-за высокого влагосодержания или особенностей химического состава

Определение классов основных проводников горения (ОПГ) может быть сделано 3 способами:

1. Определение типов ОПГ в выделах через типы леса в таксационных описаниях. Точность определения в этом случае невысока, так как все участки, отнесенные к одному типу леса, автоматически получают типовую (одинаковую) пирологическую характеристику. Но «типичные» участки встречаются нечасто

2. Определение типов ОПГ также через типы леса, отмеченные в таксационном описании. Но связь между типами ОПГ и типами леса устанавливается в результате специальных полевых исследований.
 3. Характеристика выделов по типам ОПГ проводится непосредственно при наземной таксации или при дешифровании аэрофотоснимков.[9]
- 2) Условия, способствующие загоранию и развитию пожара [10-12]

ЛП могут происходить по нескольким причинам, например по вине человека или из-за метеорологических причин (температура, влажность, скорость ветра, грозная активность) и др

По данным Томской авиационной базы по охране лесов, крупные пожары причиняют наибольший ущерб, и обычно они возникают в районах, где не происходит патрулирование леса. К тому же, для ликвидации крупных пожаров требуется наибольшее количество материальных затрат. В большинстве случаев авиационное патрулирование невозможно из-за недостаточного финансирования региона. Исходя из этого проблема в ТО исходит из того, что необходимо организовать эффективную охрану лесов на обширных малонаселенных территориях. Такой фактор как оценка климатической обстановки в регионе способствует повышению эффективности лесов, так как дает возможность оценить заранее ПО обстановку в регионе.

МУ имеют значение при развитии и распространении ЛП. Например, при высокой влажности и дожде большая вероятность, что пожар не будет распространяться. Ветер, наоборот, способствует распространению пожара. Жаркая и сухая погода – это самые благоприятные условия для происхождения и распространения огня

Ветер. Чем сильнее ветер, тем быстрее распространяется пожар.

Это обуславливается тем, что ветер способствует дополнительному притоку кислорода, переносу пламени на расположенные впереди (по направлению ветра) ЛГМ и вызывает возникновение новых очагов пожара, перебрасывая искры, горящую золу за кромку основного огня. В практике работ для оценки скорости ветра могут быть полезны согласно шкале Бофорта, признаки (табл. 6).

Таблица 6 – Шкала Бофорта

Скорость ветра, м/с	Баллы и характеристика ветра	Визуальная оценка (признаки действия ветра в лесу)
0-0,5	Штиль	Дым поднимается вертикально вверх, движение листьев на деревьях и кустарниках не замечается
0,5-1,7	1-тихий	Ветер ощущается как легкое дуновение, дым слегка отклоняется в сторону
1.8-3,3	2- легкий	Дуновение ветра чувствуется лицом, листья шелестят, а листья осины в постоянном движении (трепещут), слегка

		качаются тонкие ветви деревьев, колыхнутся высокая трава, посевы зерновых, на озерах легкая рябь
3,4-5,2	3- слабый	Листья и тонкие ветви постоянно колыхнутся, кроны деревьев на открытом месте и у стены леса слегка качаются, ветер ощущается на лице (бьет в лицо), клочки бумаги разносятся под пологом между деревьями, на ветру развевается флаг, на озерах слабая рябь
5,3 -7,4	4 - умеренный	Тонкие ветви деревьев приводятся в движение, кроны деревьев качаются, ветви деревьев на открытом месте поднимаются и опускаются, качаются вершины деревьев, расположенных в лесном массиве, расправляется по ветру небольшой флаг, на озере и открытых участках рек появляются волны
7,5 - 9,8	5 - свежий	Колеблются большие сучья, деревья на открытом месте сильно качаются, в густых насаждениях раскачиваются целиком (крона и ствол) и весьма заметно, на дорогах поднимается пыль
9,9 - 12,8	6 - крепкий	Качаются толстые сучья деревьев, гудят телеграфные провода, с деревьев срываются тонкие ветки, при ходьбе против ветра ощущается его напор
12,9 - 15,2	7 - сильный	Качаются стволы деревьев, гнутся большие ветви, неудобно идти против ветра
15,3 -18,2	8 - очень крепкий	Качаются большие деревья, ломаются ветви и сучья, движение против ветра сильно затруднено
18,3-21,5	9 - шторм	Ломаются большие сучья, сдвигаются с места легкие предметы, вываливаются с корнями отдельные деревья на сырых почвах
21,6-25,1	10 - сильный шторм	Вываливаются с корнями деревья, ломаются стволы (ветровал, бурелом)
25,2 - 29,0	11 - жестокий шторм	Наблюдаются большие разрушения
> 29,0	12-ураган	Наблюдается опустошение

Сам по себе ЛП способствует появлению локальных воздушных потоков, этим самым усиливает преимущество ветра на распространение огня. Обычно воздух над пламенем огня нагревается и поднимается вверх, на место нагретого воздуха приходит свежий воздух, который способствует процессу горения. В конечном результате над очагом пожара образуется тепловая

(конвекционная) колонка. В этой колонке часто оказываются ветки деревьев, тем самым создавая новые очаги горения.

Влажность. В воздухе всегда присутствует влага в виде водяных паров. Количество влаги, содержащееся в воздухе, отражается на влагосодержании горючих материалов. Влажность ЛГМ - важный фактор, влияющий на ход тушения пожаров, поскольку сырой горючий материал, равно как и большинство видов зеленого горючего материала, не горит. Днем воздух обычно суше чем ночью. Ночью пожары распространяются медленнее, так как ночью влажность намного выше, чем днем. Обычно пожары тушат днем, но если не удастся это сделать днем, то все усилия прикладываются для тушения в ночное время.

Суточный цикл развития лесного пожара, примерно следующий:

1. Максимальная интенсивность горения с 9 до 21 ч, тушить очень трудно.
2. Средняя интенсивность горения с 21 до 4 ч, эффективность тушения повышается.
3. Слабая интенсивность горения с 4 до 6 ч (в основном беспламенное горение), это лучшее время тушения.
4. Увеличение интенсивности горения с 6 до 9 ч, хорошее время для тушения.

Температура воздуха оказывает влияние на ПО через дефицит влажности, появление и отмирание напочвенного покрова. Повышение температуры воздуха и почвы приводит к усилению водопоглощения растениями и ослабляет высыхание напочвенного покрова с одной стороны, а с другой – нагревание ЛГМ способствует повышению ПО.

Рельеф местности, особенно горный, оказывает своеобразное влияние на распространение пожаров (РП). В течение дня, по мере того как солнце нагревает земную поверхность, происходит нагрев и подъем вверх слоев воздуха, находящихся у земли. Поэтому в течение дня воздушные потоки обычно "текут" вверх по ложбинам и склонам. Вечером и ночью поверхность земли охлаждается, воздушные потоки меняют свое направление и текут вниз по ложбинам и склонам. В горных условиях направление и скорость распространения пожара зависят от экспозиции и крутизны склонов. Пожар легко распространяется вверх по склону, и чем круче склон, тем выше скорость движения, если ветер не обладает силой, способной изменить эту ситуацию. При подъеме вверх по склону огонь находится на незначительном расстоянии от нижней части крон деревьев. Это вызывает их подогрев, подсушивание и более быстрое воспламенение. Теплый воздух поднимается вверх по склону и вызывает "тягу", в результате увеличивается скорость РП. В то же время на крутых склонах горящие материалы могут скатываться вниз и создавать новые очаги горения.

Время года оказывает большое влияние на возникновение и интенсивность развития ЛП. Весной в основном пожары развиваются по сухой траве на сельскохозяйственных полях и в лесах, в основном это беглые НП.

Летние пожары достаточно устойчивы, они в основном уничтожают весь лесной покров. Торфяные пожары уничтожают, в основном, корни деревьев, тем самым переходя в подземный пожар. Пожары осенью распространяются, в основном, днем, так как температура ночью низкая, очень большая влажность, что не способствует горению.

3) Источники огня.

Недооцененную опасность для лесов средней полосы России представляют грозы. Число пожаров, возникших по вине гроз, по данным разных источников варьируется для различных регионов от 10 до 67% от общего числа ЛП. Однако выгоревшая площадь одного пожара, возникшего от молнии, почти вдвое превышала площадь пожаров, возникших по другим причинам, поэтому возгорания от молнии являются самыми опасными для тайги. Причины этого очевидны – не все пожары, возникшие из-за молний, обнаруживаются быстро, следовательно, и величина выгоревших площадей увеличивается по сравнению с пожарами, возникшими по другим причинам.

Характерной особенностью таких ЛП является возникновение как одиночного очага горения, так и «внезапного» появления многочисленных очагов возгораний растительности. Наиболее существенной причиной вспышки природных пожаров являются интенсивные сухие грозы, которые формируются и развиваются чаще всего в условиях засухи. Именно во время таких экстремальных засушливых погодных условий лесные пожары чаще всего приводят к катастрофическим последствиям. При этом надо иметь в виду, что в результате случившегося разряда молнии в землю не везде возгорание равновероятно. РП будет зависеть от температурно-влажностных параметров атмосферы, от характеристик состояния подстилающей поверхности, таких как наличие заболоченности, преобладающая растительность и т.п.

Кроме сухих гроз источником огня может стать антропогенный фактор (АФ). Например, искра от огня, не потушенная сигарета, не качественно потушенный костер, умышленные поджоги и т.д. [13-14]

Причины распространения пожара.

В процессе горения выделяется большое количество тепла, которое передается окружающей среде путем конвекции, излучения, проводимости.

1. Конвекция — это распространение высоких температур путем подъема массы горячего воздуха над местом горения в виде конвекционной колонки,

2. Излучение – распространение высоких температур в виде лучевой энергии по радиусу во всех направлениях от источника горения.

3. Проводимость – распространение высоких температур по горючим материалам от очага горения.

Выделение большого количества тепла и его распространение создают условия для возникновения новых очагов ЛП.

Излучение тепловой энергии вызывает нагревание окружающего древостоя, что способствует усилению горения. Способность ЛГМ к тепловой

проводимости обеспечивает распространение горения по валежникам, корням и другим частям древесных растений и образование подземных (торфяных) и гумусных ЛП. [15]

1.4. Виды низовых пожаров

На территории России, а в особенности Сибирского региона ЧС ЛП является постоянным явлением начиная с апреля месяца по первую декаду октября.

НЛП – это ЛП, распространяющийся по нижним ярусам лесной растительности, лесной подстилке, опаду. В огне оказывается практически весь нижний ярус лесных территорий, который включает в себя также мох, лишайники и почвенную подстилку. Такое возгорание возникает чаще всего. По статистике, на НП приходится около 90% всех пожарных случаев в лесу.

НП характеризуется распространением огня (РО) по напочвенному покрову. При данном виде пожара горит лесной опад, состоящий из мелких ветвей, коры, хвои, листьев, лесная подстилка, живой напочвенный покров, мелкий подрост и кора в нижней части древесных стволов, валежники. По скорости распространения огня и характеру горения НП характеризуются как беглые и устойчивые.

Беглый НП развивается чаще всего в весенний период, когда подсыхает лишь самый верхний слой мелких ЛГМ напочвенного покрова и прошлогодняя травянистая растительность. Скорость РО - 180 - 300 м/ч (3 - 5 м/мин) и находится в прямой зависимости от скорости ветра в приземном слое. Лесная подстилка сгорает на глубину 2 - 3 см.

Устойчивый низовой пожар (УНП) характеризуется полным сгоранием напочвенного покрова и лесной подстилки. УНП развиваются преимущественно в середине лета, когда подстилка просыхает по всей толщине залегания. Скорость РО при УНП до 180 м/ч (1 - 3 м/мин).

По интенсивности горения данные пожары подразделяются на слабые, средние и сильные. Интенсивность пожара (ИП) определяется количеством тепла, выделяющимся с единицы длины фронта пожара в единицу времени (кВт/м). ИП в полевых условиях глазомерно определяется по высоте пламени.

Основным негативным последствием является уничтожения большого количества зеленых насаждений, кустарников и животных. Главная опасность именно НП заключается в их переходе в верховые, что значительно усложняет ситуацию. Справиться с ВП сложно, и это требует больше времени и пожарных расчетов

Основными поражающими факторами ЛП являются:

- высокая температура, вызывающая возгорание всего, что окажется в районе пожара;
- задымление больших районов, оказывающее раздражающее воздействие на людей и животных, а в некоторых случаях и отравление их окисью углерода;

- ограничение видимости;
- устрашающее психологическое воздействие на людей. [16]

2. ПРОБЛЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ НИЗОВОГО ПОЖАРА

2.1. Понятие лесопожарного риска

Понимание риска очень сильно взаимосвязано с безопасностью, при этом под риском понимается мера опасности, которая в себя включает вероятность происхождения негативного события и его объем (потери, ущерб и т.д), а пожарный риск – это количественная характеристика возможности реализации пожарной опасности (и ее последствий), измеряемая, как правило, в соответствующих единицах.

Мера риска способствует определить объем риска, степень опасности, убытков для окружающей среды (ОС) и экономики тем самым основные дальнейшие действия человека по предупреждению и недопущения возникновения риска. Проблема руководства рисками близко связана с проблемой неточности понимания об условиях и процессах, происходящих во внешней среде или объекте, с вероятным образом образования ненужных событий.

В области пожарной безопасности оценка и управление рисками направлены на снижение возможных последствий от пожаров, на уменьшение риска для социума, экономики и ОС.

Исследование в области ЛПР проводится не так давно. Оценка интегрального риска содержит в себе прогнозирование риска возникновения лесного пожара, возможность его позднего обнаружения, распространения, напрасного тушения, измеряемых в долях единицы. Данные вероятности представляют собой прогнозирование риска возникновения лесного пожара и находятся в интервале от 0 до 1.

Данные риски находятся в зависимости от многих факторов, которые обычно разделяют на группы, которые способствуют либо понижению, либо снижению данного риска. Структура ЛПР показана на рис.7

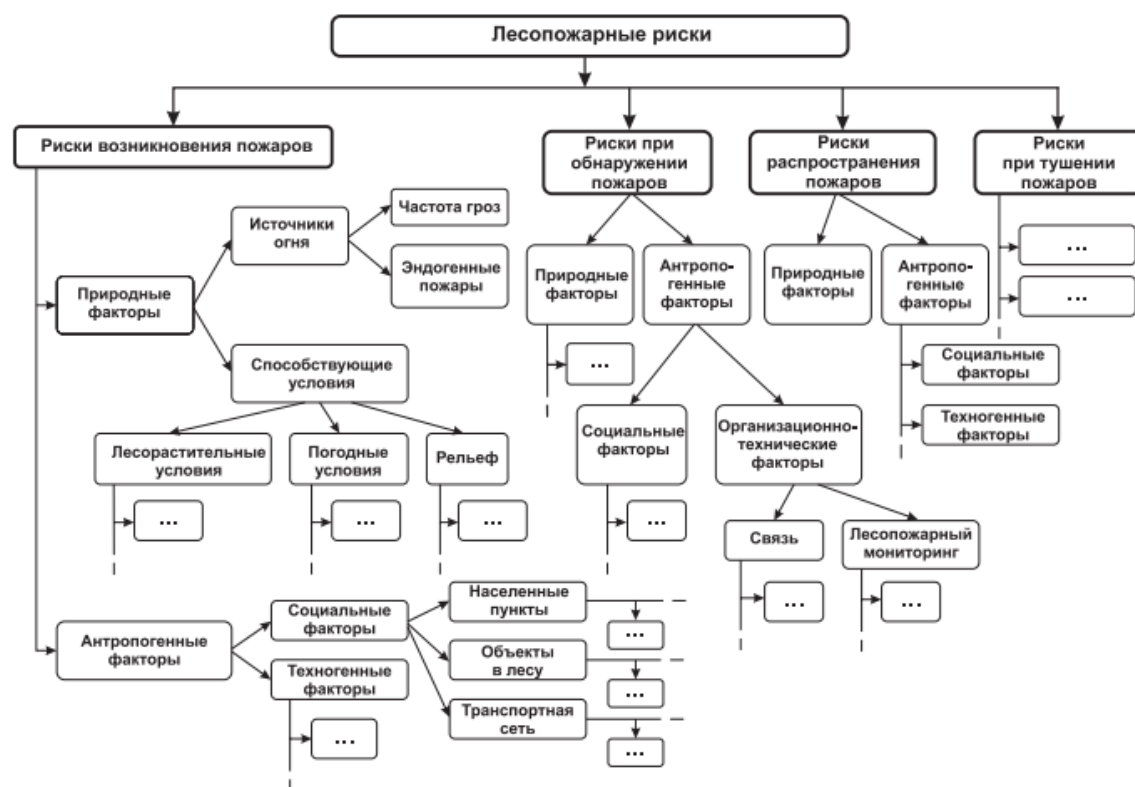


Рисунок 7 – Структура лесопожарные риски.

Прогнозирование риска возникновения пожараи (ПРВП) обуславливается МУ, рельефом, человеческими факторами, числом пожаров, причинами возникновения пожаров и др.

Факторы, которые определяют ЛПР обычно объединяют в следующие группы:

- события, которые нельзя спрогнозировать
- события, которые можно учесть (погодные условия, рельеф и др.);
- события, которые можно учитывать и на которые можно воздействовать (мероприятия по подготовке населения к противопожарному периоду, подготовка к пожаротушению).

При исполнении ЛПР создаются риски результатов после ЛП. Они выражаются в экономической, экологической и социальной сферах. Данные риски подробно описаны на рис. 8.



Рисунок 8 – Лесопожарные риски

Функция вероятности возникновения пожаров обычно определяется погодными условиями. Такими как:

- грозовая активность
- ЛГМ
- антропогенные факторы (АФ)
- теплофизические характеристики
- наличие огня

На данный момент в России для определения ПО используют комплексный показатель, который разработал профессор В.Г. Нестеров.

На способность ЛГМ к возгоранию влияет продолжительность времени без дождя.

Обычно к АФ в большинстве случаев относят неосторожное обращение с огнем и разведение костров в пожароопасный период (апрель-сентябрь). Количество АФ чаще всего определяют по зависимости частоты последствий от плотности населения. Определение было открыто впервые Н.П. Курбатским.

Риск необнаружения или позднего обнаружения лесного пожара снижается, если производится оперативная передача информации о возникшем пожаре с точными координатами и по возможности площадью пожара.

Если вовремя обнаружить лесной пожар, то это будет препятствовать образованию таких явлений, как образование облачности, задымленности близлежащих населенных пунктов и т.д.

Мониторинг при помощи авиации осуществляется систематически для того, чтобы пожар был обнаружен вовремя и для поражения меньшей площади пожаром.

При оценке лесопожарных рисков изучается:

- 1) вероятность ликвидации пожара на начальной стадии;
- 2) наличие комплектов противопожарного оборудования для территории леса;

- 3) состояние сил и средств к оперативной борьбе с ЛП;
- 4) организационно-технические меры по борьбе с ЛП;
- 5) состояние и наличие водоемов для пожаротушения;
- 6) состояние, количество и подготовка работников лесопожарной службы и пожарной охраны;
- 7) наличие добровольной пожарной дружины.

Если ЛП на первостепенной стадии не наносит ущерба, то его относят к возгоранию, т.е. риск равен нулю. Но когда РО принимает неконтролируемый характер, то растет и значение пожарного риска. [17-19].

3. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

3.1. Логико–графический метод анализа, «Дерево событий».

Для проведения анализа развития низового пожара в Верхнекетском районе был выбран один из логико-графических методов анализа рисков «Дерево событий».

Данный метод анализа является графическим методом представления взаимоисключающих последовательностей событий, следующих за появлением исходного события.

Преимуществом данного метода является в схематическом отражении сценариев развития того или иного события или фактора, так же представляет последовательность событий.

Метод применяется для моделирования, вычисления и ранжирования различных сценариев развития головного события (ГС). Входные данные обычно включают в себя:

- список рассматриваемых начальных событий;
- информацию о способах обработки, барьерах, средствах управления и соответствующих вероятностях отказа (для количественного анализа);
- понимание процессов нормирования начального отказа.

Процесс выполнения метода заключается в следующем. Построение дерева начинается с выбора ГС, далее идет перечисления событий или причин возникновения головного события. Каждая ветвь дерева представляет собой вероятность того, что все события на этом пути произойдут. Поэтому вероятность результата вычисляют как произведение отдельных условных вероятностей и вероятности начального события при условии независимости событий. [20-23]

Главное событие — это НП в Верхнекетском районе. Данный район ТО был выбран, потому что по статистическим данным там очень часто происходят ЛП, которые уничтожают гектары лесов. В таблице 7 приведены типичные иницирующие события и факторы.

Таблица 7 – Типичные иницирующие события и факторы

Обозначения	Наименование события/фактора
ЧС	Низовой пожар
М1	Наличие горючих материалов
М2	Условия, способствующие загоранию и развитию пожара
ЛГМ	Лесные горючие материалы
М3	Наличие источника огня
В1	Проводники горения
В2	Поддерживающие горение
В3	Задерживающие горение
В4	Ветер
В5	Температура воздуха
В6	Облачность
В7	Влажность
В8	Суточный цикл развития пожаров
В9	Рельеф местности
В10	Время года
М4	Природные факторы
М5	Антропогенные факторы
М6	Техногенные факторы
В11	Молнии
В12	Самовозгорания торфа
В13	Зимующие (почвенные пожары)
В14	Самовозгорание лесной подстилки
В15	Пал сухой травы
В16	Искра от огня
В17	Выкинутое стекло

B18	Разведение костров в пожароопасный период
B19	Пролив ЛВЖ
B20	Умышленные поджоги
B21	Автомобильные аварии
B22	Аварии на ЖД
B23	Падение дерева на ЛЭП

Среди причин возникновения ЛП обычно выделяют природные и антропогенные, но не стоит забывать про техногенные. Они редко происходят, но причиняют достаточно существенный вред.

Природные причины обычно связывают с сухой грозой, во многих случаях она является источником возникновения огня.

Эти же причины и свойственны выбранному нами району Томской области, где наиболее часто происходят лесные пожары

Обычно на скорость распространения пламени оказывают влияние следующие факторы лесных горючих материалов:

- химический состав;
- зольность;
- теплопроводная способность;
- температура горения;
- влагосодержание
- структура
- запас ЛГМ

На рисунке 9 представлено «Дерево событий».

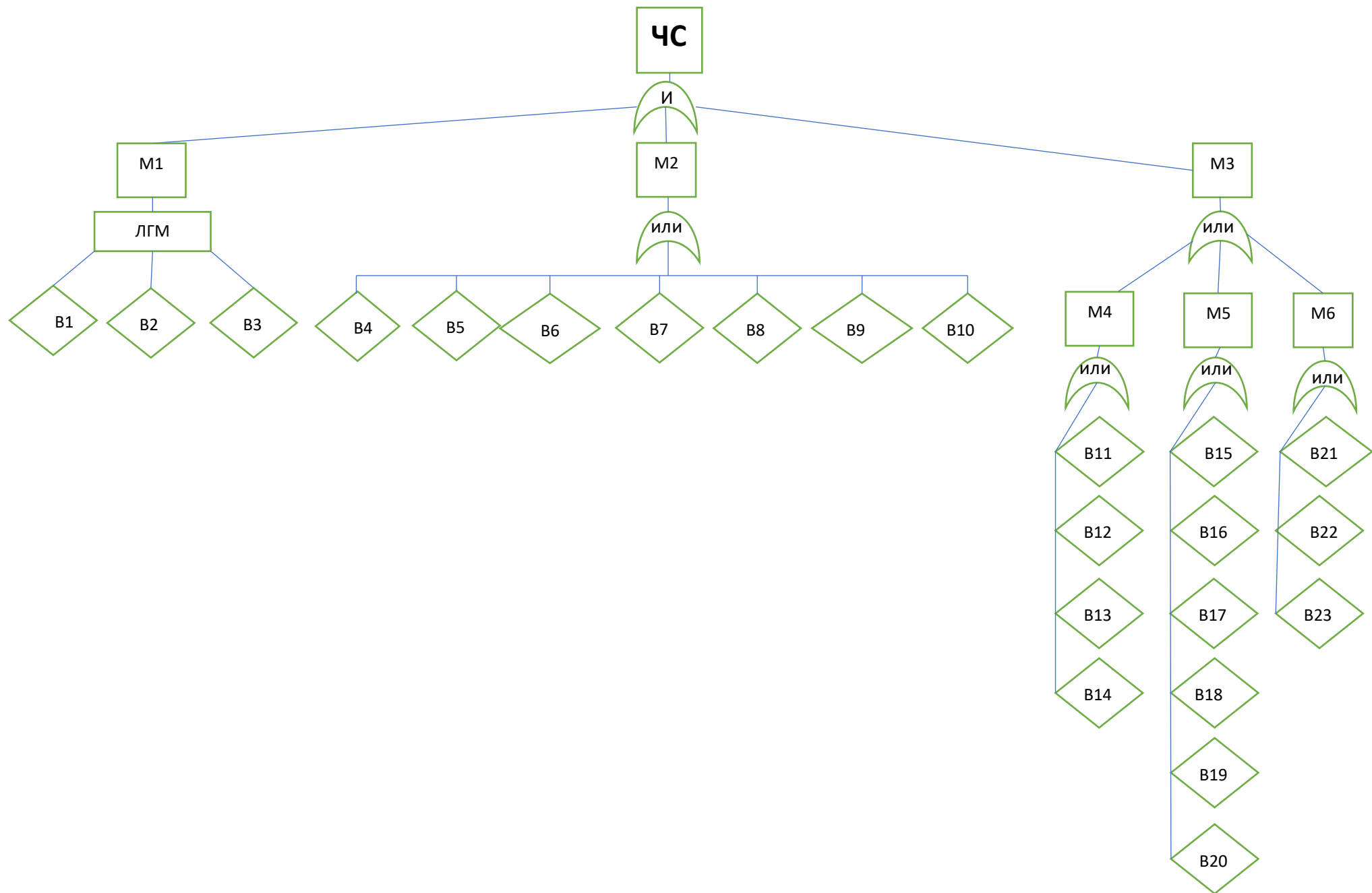


Рисунок 9 – Дерево событий

3.2. Экспертная оценка факторов и событий, приводящих к ЧС

Для дальнейшего анализа было принято решение о подробном рассмотрении всей схемы, а в частности ветви МЗ.

Экспертная оценка состояла из следующих этапов:

- создание опросных листов на основе ДС (дерева событий);
- проведение опроса;
- обработка результатов опроса;
- анализ проведенного опроса.

В опросном листе эксперты оценивали вероятность наступления того или иного события. В качестве рецензентов были выбраны сотрудники МЧС, студенты направления «Техносферная безопасность».

Вероятность возникновения низового пожара предлагалось оценить по пятибалльной шкале (табл.8).

Таблица –8 Шкала вероятности возникновения.

Балл	Вероятность возникновения	Вероятность наступления в процентах
1	Очень низкая	1-20%
2	низкая	21-40%
3	средняя	41-60%
4	высокая	61-80%
5	Очень высокая	80-100%

Предложенная шкала дала возможность экспертами наиболее точно и четко дать ответы на поставленные вопросы.

Результаты в ходе проведенного опросного листа представлены в табл.

9

Таблица –9 События/факторы

№	Событие/фактор	Номер эксперта										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ср
1	Возгорание из-за молнии	4	5	3	4	4	4	5	4	4	5	4,2
2	Вероятность распространения пламени по природной причине– ветра	2	3	3	4	3	3	3	4	4	4	3,3
3	Возгорание из-за антропогенного фактора– разведение костров в пожароопасный период (первая декада апреля–первую декаду октября)	2	3	3	4	3	2	4	4	4	4	3,3
2	Возгорание из-за зимующих (почвенных пожаров)	3	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2,3
5	Возгорание из-за пролитой легковоспламеняющейся жидкости (бензин, масло)	1	2	2	1	2	3	2	2	2	2	1,9

6	Вероятность возникновения возгорания из-за падения дерева на ЛЭП	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	1,2
7	Возгорание из-за условий окружающей среды–повышенная температура воздуха	3	4	4	5	5	4	4	4	5	4	4,2
8	Возгорание из-за условий окружающей среды–повышенной влажности воздуха	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1,2
9	Вероятность возгорания из-за присутствия в лесу лесных горючих материалов, а именно проводников (мхи, опад, лесная подстилка) и поддерживающих горение (трава, кустарники, хвоя, листва и т.д.)	5	4	4	3	4	4	4	4	4	5	4,1
10	Возгорание из-за автомобильной аварии	2	2	2	1	2	1	1	2	1	2	1,6
11	Вероятность возникновения возгорания из-за облачности	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1,2
12	Возгорание из-за оставленного в лесу стекла	1	2	2	1	1	3	1	2	2	2	1,7
13	Возгорание из-за умышленных поджогов	3	3	4	4	4	3	4	4	4	3	3,6
14	Вероятность возникновения лесного пожара из-за весеннего пала травы на сельскохозяйственных полях	4	5	4	5	5	5	4	4	5	5	4,6

Дальнейший анализ проводился при использовании программного пакета, предназначенного для проведения статистического анализа, STATISTICA. Каждому событию был присвоен номер от 1 до 14, в соответствии с таблицей 9, представленной выше. Затем каждой оценке был присвоен ранг, результаты представлены ниже в таблице 10.

Таблица –10 Результаты ранжирования оценок

Номер эксперта	Событие													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	4,5	1	1,5	9	1,5	4,5	1	4,5	9,5	7,5	4,5	2,5	2,5	2,5
2	9	4	4	4	6	9,5	4,5	9,5	5	7,5	4,5	7	2,5	7,5
3	1	4	4	4	6	4,5	4,5	4,5	5	7,5	9,5	7	7,5	2,5
4	4,5	8,5	8	4	1,5	4,5	9	4,5	1	2,5	4,5	2,5	7,5	7,5
5	4,5	4	4	4	6	4,5	9	4,5	5	7,5	4,5	2,5	7,5	7,5

6	4,5	4	1,5	9	10	4,5	4,5	4,5	5	2,5	4,5	10	2,5	7,5
7	9	4	8	4	6	4,5	4,5	4,5	5	2,5	4,5	2,5	7,5	2,5
8	4,5	8,5	8	4	6	4,5	4,5	4,5	5	7,5	4,5	7	7,5	2,5
9	4,5	8,5	8	9	6	9,5	9	4,5	5	2,5	4,5	7	7,5	7,5
10	9	8,5	8	4	6	4,5	4,5	9,5	9,5	7,5	9,5	7	2,5	7,5

Ранжирование оценок проводится с целью установления относительной предпочтительности (значимости) объектов исследования на основе их упорядочивания. Ранг является показателем, дающим характеристику порядкового места каждого события/фактора в группе с другими событиями/факторами. Обычно наиболее предпочтительному объекту присваивается первый ранг, а наименее предпочтительному последний. В данном случае наименьший ранг присваивался наименее вероятным событиям, поскольку низкая вероятность события напрямую связана с низким риском возникновения какого-либо рода потерь.

Точность и надежность ранжирования в значительной мере зависят от количества сравниваемых объектов. Чем меньше объектов, тем выше их различимость с точки зрения эксперта, и тем надежнее можно установить ранг объекта.

После ранжирования был рассчитан коэффициент конкордации Кендалла и был проведен тест Фридмана.

Коэффициентом конкордации Кендалла является некоторое число в пределах от 0 до 1, которое характеризует степень согласованности мнений экспертов, представленных в виде рангов, по совокупности критериев. Увеличение коэффициента и приближение его значения к 1 свидетельствует о повышении уровня согласованности экспертов. Тест Фридмана позволяет судить о значимом различии между объектами.

Результаты анализа опросного листа представлены в таблице 11.

Таблица-11 Результаты теста Фридмана и расчета коэффициента конкордации для опросного листа №1 Friedman ANOVA and Kendall Coeff. of

Friedman ANOVA and Kendall Coeff. of Concordance (Spreadsheet4) ANOVA Chi Sqr. (N = 10, df = 13) = 81,08132 p = 0,00000 Coeff. of Concordance = 0,62370 Aver. rank r = 0,58189				
	Average Rank	Sum of Ranks	Mean	Std.Dev.
Событие 1	8,45000	84,5000	8,45000	2,957570
Событие 2	6,35000	63,5000	6,35000	2,392697
Событие 3	11,70000	117,0000	11,70000	2,406011
Событие 4	6,10000	61,0000	6,10000	2,796824
Событие 5	8,80000	88,0000	8,80000	3,224903

Событие 6	3,20000	32,0000	3,20000	1,378405
Событие 7	10,95000	109,5000	10,95000	1,992346
Событие 8	4,40000	44,0000	4,40000	2,932576
Событие 9	8,55000	85,5000	8,55000	2,100926
Событие 10	4,35000	43,5000	4,35000	1,856670
Событие 11	2,85000	28,5000	2,85000	1,203005
Событие 12	6,40000	64,0000	6,40000	3,747592
Событие 13	10,50000	105,0000	10,50000	2,981424
Событие 14	12,40000	124,0000	12,40000	1,486981

Полученный в результате проведенного анализа коэффициент конкордации равен 0,6, что свидетельствует о сильной степени согласованности мнений экспертов.

Величина значения средних рангов позволяет расположить события на шкале относительно друг друга. Таким образом, событие, с наименьшим рангом, является наименее вероятным:

$2,85 > 3,2 > 4,35 > 4,40 > 6,10 > 6,35 > 6,40 > 8,45 > 8,55 > 8,80 > 10,50 > 10,95 > 11,70 > 12,40$

Следовательно, наименее вероятным событием является событие 11, а наиболее вероятным является событие 14.

Результаты проведенного исследования можно представить в виде графика (рис.9)

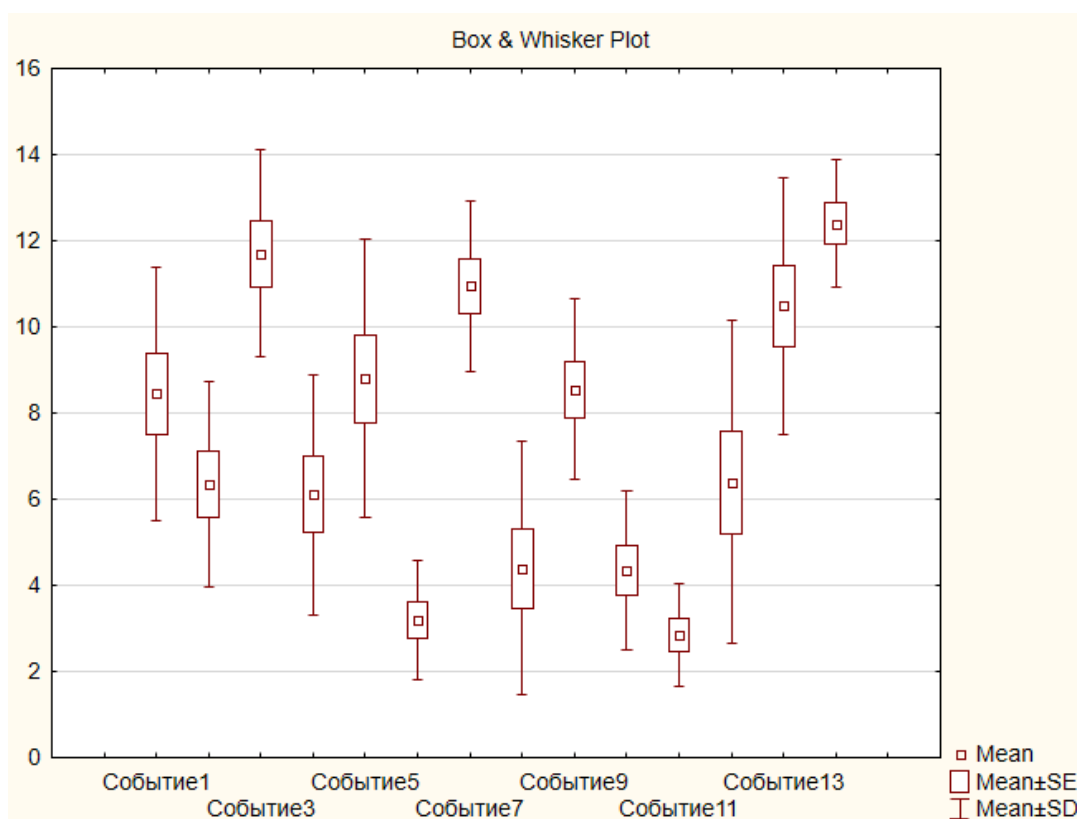


Рисунок – 9 Графическое представление результатов экспертной оценки опросного листа №1

Исходя из графика, события можно разделить на три группы:

- наиболее вероятные: события 14, 3, 7 и 13. Вероятнее всего возгорание леса в ВР произойдет из-за весеннего пала травы на сельскохозяйственных полях, так же из-за АФ, а также по причине повышенной температуры воздуха;
- событие со средней вероятностью 5, 9, 1, 12, 2. В эту группу входят по результатам экспертной оценки такие события как: возгорание из-за пролитой ЛВЖ; вероятность возгорания из-за присутствия в лесу лесных горючих материалов, а именно проводников; возгорание из-за молнии; возгорание из-за оставленного в лесу стекла; вероятность распространения пламени из-за ветра.
- наименее вероятные: события 4, 8, 10, 6. Возгорание из-за зимующих (почвенных пожаров); возгорание из-за условий окружающей среды – повышенной влажности воздуха и вероятность возникновения возгорания из-за падения дерева на ЛЭП.

4. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ ВОЗНИКНОВЕНИЯ НИЗОВЫХ ПОЖАРОВ

Одним из основных направлений по развитию охраны лесов от пожаров является совершенствование пожарной профилактики.

Мероприятия по противопожарной профилактике подразделяются на следующие группы:

1. предупреждение возникновения ЛП;
2. предупреждение распространения;
3. организационно-технические мероприятия.

4.1. Мероприятия по предупреждению возникновения ЛП

Учитывая проведенный выше анализ СД и логико-графический анализ в большинстве случаев лесных пожары возникают из-за антропогенного фактора. Для того, чтобы снизить число пожаров в лесу необходимо проводить:

- регулярные рейды в населенных пунктах, в учебных заведениях, в местах выполнения работ и в местах отдыха по пропаганде правил пожарной безопасности в лесу и лесной территории;
- контроль за соблюдением требований по пожарной безопасности в лесах;
- выявление и установление причин возникновения пожаров.

Пропаганду по правилам безопасности в лесу необходимо активно проводить в социальных сетях, так как на данный момент социальными сетями пользуется большинство населения.

Необходимо проводить контроль за соблюдением требований правил пожарной безопасности. Для этого организовать регулярное патрулирование в местах, наиболее посещаемых населением.

4.2. Мероприятия по ограничению распространения и развития лесных пожаров

В пожарной профилактике так же важное место занимают мероприятия по повышению пожароустойчивости лесных насаждений. Для этого необходимо проводить следующие мероприятия:

- регулирование состава древостоя;
- санитарные рубки;
- очистка лесов от внелесосечной захламленности;
- противопожарные барьеры (ППБ).

ППБ барьеры обычно разделяют на 4 группы.

- 1) Негоримые барьеры (водные преграды, каменистые россыпи (щебень, галька и др);
- 2) С ограниченным количеством горючего (просеки, тропинки лесные);
- 3) С горючим материалом с низкой пожарной опасностью (обработанные замедлителями горения);
- 4) Сложные, в них входит все вышеперечисленное (противопожарные заслоны).

Одним из ППБ является минерализованная полоса. Суть данного метода заключается в очищении ЛГМ до минерального слоя почвы. Обычно используют для предотвращения загорания леса от сельскохозяйственных палов травы и так же при посадке картофеля.

Так же необходимо установить противопожарные водоемы. Это такие водоемы, которые создаются либо искусственным путем, либо естественным, имеющие места для подъезда техники.

4.3. Организационно-технические и другие противопожарные мероприятия

Мероприятия организационно–технического плана состоят из следующих мероприятий:

- Разработки и представления на утверждение органам власти оперативных планов борьбы с лесными пожарами;
 - проведение совещаний-семинаров (февраль, март) с участием представителей органов власти, предприятий, организаций, учреждений по вопросам состояния охраны лесов и мерах по ее улучшению;
 - организацию подготовки руководителей тушения лесных пожаров;
 - устройство временных посадочных площадок для вертолетов и учет естественных площадок, пригодных для посадки вертолета;
 - устройство пунктов приема донесений от авиации, пунктов сосредоточения пожарного инвентаря;
 - согласование с органами власти разрешений на проведение ранней весной и поздней осенью контролируемых выжиганий;
 - создание добровольной пожарной дружины из числа населения.
- [24-28]

5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Социальная ответственность – это концепция, в соответствии с которой организации учитывают интересы общества, возлагая на себя ответственность за влияние их деятельности на фирмы и прочие заинтересованные стороны общественной сферы.

Данная выпускная квалификационная работа направлена на прогнозирование риска возникновения низовых пожаров в лесах сибирского региона, а именно в Томской области. Решение проблемы борьбы с природными пожарами с каждым днем становится все более актуальным. Кроме того, время обнаружения очагов возникновения природных пожаров остается достаточно большим, поэтому реагирование на них происходит с запозданием, а значит, для их ликвидации требуется гораздо большее количество сил и времени.

Работа связана с расчетом риска и проведением анализа возникновения лесных пожаров, т.е. в основном с работой за персональным компьютером (ПК). Для рабочих мест, оборудованных компьютерами (ПЭВМ или ПК), разработаны государственные Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы (далее - Санитарные правила), которые являются основным документом при эксплуатации ПЭВМ. Точное название этого документа - "СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работ". Он утвержден Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 03.06.2003 N 118. Санитарные правила действуют на всей территории Российской Федерации и должны применяться как индивидуальными предпринимателями, так и юридическими лицами, которые эксплуатируют ПЭВМ.

В последние годы все большее значение приобретают требования мирового сообщества и практически всех государств к социальной стороне деятельности организаций. Это в равной мере относится к организациям всех типов, размеров и форм собственности вне зависимости от их географического размещения, сферы деятельности, культурных и национальных традиций.

В данном разделе выпускной квалификационной работы рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места инженера в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

Основной целью данного раздела является создание оптимальных норм для улучшения условий труда, обеспечения производственной безопасности человека, повышения его производительности, сохранения работоспособности.

5.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

5.1.1. Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.

Согласно ТК РФ, N 197 -ФЗ каждый работник имеет право на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний в соответствии с федеральным законом;
- отказ от выполнения работ в случае возникновения опасности для его жизни и здоровья вследствие нарушения требований охраны труда, за исключением случаев, предусмотренных федеральными законами, до устранения такой опасности;
- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра. [29]

5.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Рабочее место должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78. Оно должно занимать площадь не менее 6 м², высота помещения должна быть не менее 4 м, а объем - не менее 20 м³ на одного человека. Высота над уровнем пола рабочей поверхности, за которой работает оператор, должна составлять 720 мм. Оптимальные размеры поверхности стола 1600 x 1000 кв. мм. Под столом должно иметься пространство для ног с размерами по глубине 650 мм. Рабочий стол должен также иметь подставку для ног, расположенную под углом 15° к поверхности стола. Длина подставки 400 мм, ширина - 350 мм. Удаленность клавиатуры от края стола должна быть не более 300 мм, что обеспечит удобную опору для предплечий. Расстояние между глазами оператора и экраном видеодисплея должно составлять 40 - 80 см. Так же рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество. Рабочий стул должен иметь дизайн, исключающий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте. [30]

5.2. Производственная безопасность

Прогноз риска возникновения низового пожара в лесах подразумевает использование электронной вычислительной машины (ЭВМ) и серверного оборудования, с точки зрения социальной ответственности целесообразно рассмотреть вредные и опасные факторы, которые могут возникать при работе с ЭВМ, а также требования по организации рабочего места. [31].

5.2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов

Для выбора факторов использовался ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация» [32]. Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в виде таблицы 12:

Таблица 12: Опасные и вредные факторы

Источник фактора, наименование вида работ	Факторы (по ГОСТ 12.0.003.–2015)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Прогнозирование риска возникновения низовых пожаров в лесах сибирского региона. 1. Работа за ПЭВМ:	<ul style="list-style-type: none"> – неблагоприятный микроклимат – повышенный уровень шума на рабочем месте, – недостаточная освещенность рабочей зоны, – повышенный уровень напряженности электростатического и электромагнитного полей 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Электроопасность 2. Пожарная опасность. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. ➤ ППБ 01-03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. ➤ СанПиН 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях. ➤ СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03 Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий. ➤ СН 2.2.4/2.1.8.562–96, Шум на рабочих местах, в помещениях

			жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. ➤ СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. ➤ ГОСТ 12.4.124-83 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования.
--	--	--	---

5.2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия.

При прогнозировании риска возникновения низовых пожаров основным источником потенциально вредных и опасных факторов является ЭВМ.

ЭВМ должны соответствовать требованиям СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 "Гигиенические требования к электронно-вычислительным машинам и организации работы" и каждый их тип подлежит санитарно-эпидемиологической экспертизе с оценкой в испытательных лабораториях, аккредитованных в установленном порядке [33].

Повышенный уровень напряженности электростатического и электромагнитного полей

Допустимые уровни электромагнитных полей (ЭМП), создаваемых ЭВМ в корпусе ТПУ в ауд 608, не должны превышать значений, представленных в таблице 13.

Таблица 13 – Допустимые уровни ЭМП, создаваемых ЭВМ

Наименование параметров	Диапазон	ДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	2,5 В/м
	в диапазоне частот 5 Гц - 2 кГц	250 нТл

Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 2 кГц - 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 В/м

Уровни ЭМП, ЭСП на рабочем месте в аудитории 608, 18 корпуса ТПУ, перечисленные в таблице 2 соответствуют нормам ГОСТ 12.1.002-84.

Неблагоприятный микроклимат

Состояние здоровья человека, его работоспособность в значительной степени зависят от микроклимата на рабочем месте.

Микроклимат производственных помещений — это климат внутренней среды данных помещений, который определяется совместно действующими на организм человека температурой, относительной влажностью и скоростью движения воздуха, а также температурой окружающих поверхностей. На работах, производимых сидя и не требующих физического напряжения, температура воздуха должна быть в холодный период года от 22 до 24 С°, теплый период года — от 23 до 25 С°. Относительная влажность воздуха на постоянных рабочих местах должна составлять 40-60%, скорость движения воздуха должна быть 0,1 м/с. Работа за компьютером относится к Ia категории. Оптимальные и допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах должны соответствовать значениям, приведенным в таблицах 14 и 15 применительно к выполнению работ различных категорий в холодный и теплый периоды года [34].

Таблица 14 – Оптимальные нормы микроклимата для категории работ Ia

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22-24	60-40	0,1
теплый	Ia (до 139)	23-25	60-40	0,1

Таблица 15 – Допустимые нормы микроклимата для категории работ Ia

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат, Вт	Температура воздуха, °С		Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Ia (до 139)	22-24	24,1- 25	60-40	0,1
теплый	Ia (до 139)	23-25	25,1- 28	60-40	0,1

Согласно СанПиН 2.2.4.548-96 микроклимат аудитории 608, 18 корпуса ТПУ соответствует допустимым нормам.

Освещенность рабочей зоны

Недостаточное освещение рабочего места затрудняет выполнение работы, вызывает утомление, увеличивает риск производственного травматизма. [35]

Освещенность при работе с персональным компьютером должна быть 300-500 лк. Освещение не должно создавать бликов на поверхности экрана. Следует ограничивать неравномерность распределения яркости в поле зрения пользователя ПК при этом соотношение яркости между рабочими поверхностями не должно превышать 3:1-5:1, а между рабочими поверхностями и поверхностями стен и оборудования — 10:1. Коэффициент пульсации не должен превышать 5%.

Для исключения бликов отражений в экране светильников общего освещения рабочий стол с ПК следует размещать между рядами светильников. При этом светильники должны быть расположены параллельно горизонтальной линии взгляда работающего. При рядном размещении рабочих столов не допускается расположение экранов дисплеев навстречу друг другу из-за их взаимного отражения, в противном случае между столами следует устанавливать перегородки [36].

Согласно СП 52.13330.2016 "Естественное и искусственное освещение" Актуализированная редакция СНиП 23-05-95 освещенность в аудитории 608, 18 корпуса ТПУ соответствует допустимым нормам.

Уровень шума на рабочем месте

Шум является общебиологическим раздражителем и в определенных условиях может влиять на органы и системы организма человека [37]. Основными источниками шума могут быть как сами компьютеры, так и другие источники. Например, кондиционер, принтер, светильники, а также шум, проникающий через открытые окна и двери. В результате неблагоприятного воздействия шума на работающего человека происходит снижение производительности труда, увеличивается брак при работе с программным обеспечением, создаются предпосылки к возникновению несчастных случаев [38].

При работе с ЭВМ в аудитории 608, 18 корпуса ТПУ характер шума – широкополосный с непрерывным спектром более 1 октавы.

Таблица 16 Предельно допустимые уровни звукового давления, уровни звука и эквивалентные уровни звука для основных наиболее типичных видов трудовой деятельности и рабочих мест

N пп.	Вид трудовой деятельности, рабочее место	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровни звука и эквивалентные уровни звука (дБА)
		31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
11	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
11	Творческая деятельность, руководящая работа с повышенными требованиями, научная деятельность, конструирование и проектирование, программирование, преподавание и обучение, врачебная деятельность. Рабочие места в помещениях дирекции, проектно-конструкторских бюро, расчетчиков, программистов вычислительных машин, в лабораториях для теоретических работ и обработки данных, приема больных в здравпунктах	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Согласно ГОСТ 12.1.003-2014 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности» уровень шума в аудитории 608, 18 корпуса ТПУ не более 80 дБА и соответствует нормам.

Электроопасность

Для предотвращения поражения электрическим током, где размещаются рабочее место с ЭВМ в аудитории 608, 18 корпуса ТПУ, оборудование оснащено защитным заземлением, занулением. По опасности поражения электрическим током помещение 608, 18 корпуса ТПУ относится к

первому классу – помещения без повышенной опасности (сухое, хорошо отапливаемое, помещение с токонепроводящими полами, с температурой 18-20°, с влажностью 40-50%) ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ

Основными непосредственными причинами электротравматизма, являются:

- прикосновение к токоведущим частям электроустановки, находящейся под напряжением;
- прикосновение к металлическим конструкциям электроустановок, находящимся под напряжением;
- ошибочное включение электроустановки или несогласованных действий обслуживающего персонала;
- поражение шаговым напряжением и др

Основными техническими средствами защиты, согласно ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ, являются:

- защитное заземление;
- автоматическое отключение питания;
- устройства защитного отключения, изолирующие электрозащитные средства;
- знаки и плакаты безопасности.

Основными организационным мероприятиям являются:

- оформление наряда, распоряжения или перечня работ, выполняемых в порядке текущей эксплуатации;
- выдача разрешения на подготовку рабочего места и на допуск к работе в случаях, предусмотренных правилами.
- допуск к работе;
- надзор во время работы;
- оформление перерыва в работе, изменения в составе бригады, перевода на другое место, окончания работы.

5.3. Экологическая безопасность

Большинство людей уже не представляет свою жизнь без персонального компьютера, планшета, телефона, мы перестали учитывать тот вред, который сами добровольно причиняем вред своему организму и состоянию окружающей среды. Ученые и исследователи уверены, что пора предпринять меры по уменьшению объемов ущерба, который ежедневно наносится окружающей среде и негативно воздействует на экологию.

По некоторым данным исследователей, чтобы создать один среднестатистический персональный компьютер, требуется в 10 раз больше химических веществ и топлива, чем вес конечного изобретения. Много сырье, используемое в сборке компьютеров, является токсичным. Это органические составляющие – такие, как пластик различных видов, материалы на основе поливинилхлорида, фенолформальдегида, как и почти полный набор металлов, среди которых свинец, сурьма, ртуть, кадмий, мышьяк.

Утилизация оборудования осуществляется по специально разработанной схеме, которая должна соблюдаться в организациях:

1. На первом этапе необходимо создать комиссию, задача которой заключается в принятии решений по списанию морально устаревшей или не рабочей техники, каждый образец рассматривается с технической точки зрения.

2. Разрабатывается приказ о списании устройств. Для проведения экспертизы привлекается квалифицированное стороннее лицо или организация.

3. Составляется акт утилизации, основанного на результатах технического анализа, который подтверждает негодность оборудования для дальнейшего применения.

4. Формируется приказ на утилизацию. Все сопутствующие расходы должны отображаться в бухгалтерии.

5. Утилизацию оргтехники обязательно должна осуществлять специализированная фирма.

6. Получается специальная официальной формы, которая подтвердит успешность уничтожения электронного мусора.

После оформления всех необходимых документов, техника вывозится со склада на перерабатывающую фабрику. Все полученные в ходе переработки материалы вторично используются в различных производственных процессах. [39].

5.4. Безопасность в ЧС

Согласно ГОСТ Р 22.0.02-2016 ЧС – это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

К возможным чрезвычайным ситуациям на рабочем месте можно отнести:

- Пожары, взрывы;
- Внезапное обрушение зданий, сооружений;
- Геофизические опасные явления (землетрясения);
- Метеорологические и агрометеорологические опасные явления.

Так как в процессе работы над ВКР используется компьютер, то наиболее вероятной ЧС в данном случае можно назвать пожар в аудитории.

Пожарная безопасность — это состояние защищённости человека, общества, материального имущества и государства от пожаров [40].

Персональные компьютеры являются наиболее защищенными от возгорания устройствами: им не страшны перепады в сети и внезапные отключения электроэнергии. Однако при нарушении определенных правил

использования, даже они могут вспыхнуть пламенем и нанести колоссальный ущерб имуществу и здоровью людей [41].

Пожарная безопасность при работе с компьютером предусматривает осторожность при обслуживающих, ремонтных и профилактических работах, так как во время таких работ использование различных смазочных материалов, легковоспламеняющихся жидкостей, прокладок, временных электропроводок крайне опасно, как и проведение пайки и чистки отдельных узлов и деталей. Избежать дополнительной пожарной опасности поможет соблюдение соответствующих мер пожарной профилактики. Прокладка всех видов кабелей в металлических газонаполненных трубах – отличный вариант для предотвращения возгорания [42].

Основные источники возникновения пожара:

1) Неработоспособное электрооборудование, неисправности в проводке, розетках и выключателях. Для исключения возникновения пожара по этим причинам необходимо вовремя выявлять и устранять неполадки, а также проводить плановый осмотр электрооборудования.

2) Электрические приборы с дефектами. Профилактика пожара включает в себя своевременный и качественный ремонт электроприборов.

3) Перегрузка в электроэнергетической системе (ЭЭС) и короткое замыкание в электроустановке.

Под пожарной профилактикой понимается обучение пожарной технике безопасности и комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожаров.

Пожарная безопасность обеспечивается комплексом мероприятий:

- обучение, в том числе распространение знаний о пожаробезопасном поведении (о необходимости установки домашних индикаторов задымленности и хранения зажигалок и спичек в местах, недоступных детям);
- пожарный надзор, предусматривающий разработку государственных норм пожарной безопасности и строительных норм, а также проверку их выполнения;
- обеспечение оборудованием и технические разработки (установка переносных огнетушителей и изготовление зажигалок безопасного пользования).

В соответствии с ТР «О требованиях пожарной безопасности» для административного жилого здания требуется устройство внутреннего противопожарного водопровода.

Согласно ФЗ-123, НПБ 104-03 «Проектирование систем оповещения людей о пожаре в зданиях и сооружениях» для оповещения о возникновении пожара в каждом помещении должны быть установлены дымовые оптико-электронные автономные пожарные извещатели, а оповещение о пожаре должно осуществляться подачей звуковых и световых сигналов во все помещения с постоянным или временным пребыванием людей.

Аудитория 608, 18 корпуса ТПУ оснащена первичными средствами пожаротушения: огнетушителями ОУ-3 1шт., ОП-3, 1шт. (предназначены для тушения любых материалов, предметов и веществ, применяется для тушения ПК и оргтехники, класс пожаров А, Е.).

Таблица 17 – Типы используемых огнетушителей при пожаре в электроустановках

Напряжение, кВ	Тип огнетушителя (марка)
До 1,0	порошковый (серии ОП)
До 10,0	углекислотный (серии ОУ)

Согласно НПБ 105-03 помещение, предназначенное для проектирования и использования результатов проекта, относится к типу П-2а.

Таблица 18 - Категории помещений по пожарной опасности

Категория помещения	Характеристика веществ и материалов, находящихся (обращающихся) в помещении
П-2а	Зоны, расположенные в помещениях, в которых обращаются твердые горючие вещества в количестве, при котором удельная пожарная нагрузка составляет не менее 1 мегаджоуля на квадратный метр.

В помещении, где работает инженер установлена пожарная автоматика, сигнализация. В случае возникновения загорания необходимо обесточить электрооборудование, отключить систему вентиляции, принять меры тушения (на начальной стадии) и обеспечить срочную эвакуацию студентов и сотрудников в соответствии с планом эвакуации.[43-44]

Выводы по разделу

В разделе выпускной квалификационной работы были рассмотрены такие вопросы правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, производственная безопасность, экологическая безопасность, безопасность в чрезвычайных ситуациях.

Так как работа инженера связана с работой в кабинете за компьютером были рассмотрены требования ГОСТ 12.2.032-78, где подробно описано как должно быть организовано рабочее место инженера.

Был проведен анализ вредных и опасных факторов при работе с ЭВМ в кабинете инженера. К вредным факторам были отнесены такие показатели как:

- отклонение показателей микроклимата;
- повышенный уровень шума на рабочем месте,
- недостаточная освещенность рабочей зоны,
- повышенная напряженность электрического поля;

Опасные факторы, которые могут возникнуть:

- Воздействие электрического тока;
- Пожарная опасность.

Работа за компьютером относится к Ia категории. Оптимальные и допустимые величины показателей микроклимата на рабочих местах соответствуют нормам.

Значение освещение – составило 400 Лк – соответствует нормам. Для обеспечения нормативных значений освещенности в помещениях следует проводить чистку стекол оконных проемов и светильников не реже двух раз в год и проводить своевременную замену перегоревших ламп. Показатели уровня шума не выше норм.

К средствам защиты от электромагнитного поля можно отнести специальные приборы, которые позволяют нейтрализовать данное излучение, максимальное сокращение времени пребывания в зоне действия электромагнитного излучения, а также лечебно-профилактический отпуск, и соблюдение мер безопасности при работе с ПК

Для снижения величин токов статического электричества используются нейтрализаторы, общее и местное увлажнение воздуха, использование покрытия полов с антистатической пропиткой.

В помещении, где работает инженер установлена пожарная автоматика, сигнализация, в случае возникновения аварийной ситуации они должны быть в исправном состоянии и сработать оперативно.

Для сохранения благоприятной обстановки в окружающей среде должна проводиться правильная и поэтапная утилизации ЭВМ.

6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

6.1. Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

6.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования

Суть выпускной квалификационной работы заключается в прогнозировании риска возникновения низового пожара в лесах сибирского региона. Для этого в выпускной квалификационной работе проводится изучение причин возникновения низовых пожаров, особенности распространения пожаров, роль климатических факторов, анализ методик прогнозирования низовых пожаров и разработка мероприятий по предупреждению возникновения низовых пожаров в Томской области. Такие исследования в этой области являются необходимыми и могут заинтересовать такие структуры как МЧС. Целью данной работы прогнозировании риска возникновения низового пожара в лесах сибирского региона.

Задачами, обеспечивающими реализацию поставленной цели, являются: выполнение анализа конкурентных технических решений, SWOT-анализа, составление структуры работ в рамках научного исследования, определения трудоемкости выполнения работ, разработку графика проведения научного исследования, составление бюджета НТИ (материальные затраты, основная ЗП, дополнительная ЗП, накладные расходы и т.д.), а также определение социальной и экономической эффективности исследования.

6.1.2. Предпроектный анализ

Одной из задач исследовательской работы заключается в прогнозировании риска возникновения низового пожара.

Для того, чтобы осуществить прогнозирование появления источника поражающих факторов возникновения лесного пожара служат следующие параметры:

- температура воздуха;
- температура точки росы;
- количество осадков;
- скорость и направление ветра.
- информация о наличии грозовой деятельности.

Проводиться анализ местности(класс пожарной опасности в лесу по условиям погоды, местоположение и площадь участков лесного фонда I-III классов пожарной опасности, данные о рельефе местности наличие

потенциальных источников огня в перечисленных участках лесного фонда, результаты ретроспективного анализа распределения пожаров во времени).

Для проведения анализа местности была выбрана Томская область.

Наблюдение и контроль за предпожарной обстановкой можно осуществить при помощи следующих данных:

- наблюдение, сбор и обработку данных о степени пожарной опасности в лесу по условиям погоды;
- оценку степени пожарной опасности в лесу по условиям погоды по общей или региональной шкалам пожарной опасности.

Для анализа всех вышеперечисленных факторов были выбраны следующие методики:

1. ГОСТ Р 22.1.09-99. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование лесных пожаров. Общие требования.
2. Индекс засухи Кетча-Бирама.
3. Усовершенствованная методика Горева Г.В.

Для того, чтобы можно было осуществить прогноз риска возникновения пожара на весь пожароопасный период (апрель-октябрь) нужны следующие ресурсы:

- 1) ЭВМ;
- 2) Доступ к сети Интернет
- 3) Программное обеспечение Word и Excel.

На ЭВМ и программное обеспечение не было затрачено денежных средств.

6.1.3. Анализ конкурентных технических решений

Оценка коммерческой ценности работы является необходимым условием для поиска источников финансирования проведения научного исследования.

Для достижения цели проводятся следующие мероприятия:

1. определение возможных альтернатив проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям;
2. планирование научно-исследовательских работ;
3. определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

Основным сегментом данного рынка является производство программы действий при возникновении лесных пожаров на территории Томской области. Применение программы необходимо для быстрого и четкого выполнения мероприятий по ликвидации лесных пожаров.

Для анализа альтернативных способов защиты населения была выбрана оценочная карта. Для оценки конкурентных способов была выбрана шкала от 1 до 5, где:

- 1 – наиболее слабая позиция;
- 2 – ниже среднего, слабая позиция;

- 3 – средняя позиция;
 4 – выше среднего, сильная позиция;
 5 – наиболее сильная позиция.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты, представленной в таблице 19.

Таблица 19 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Б _г	Б _н	Б _г	К _н
	1	2	3	4	5
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Надежность	0.1	5	4	0.5	0.4
2. Безопасность	0.2	5	4	1	0.8
3. Простота эксплуатации	0.1	2	2	0.2	0.2
4. Удобство в эксплуатации	0.1	4	4	0.4	0.4
5. Энергоэкономичность	0.1	2	1	0.2	0.1
Экономические критерии оценки эффективности					
1. Цена	0.1	3	2	0.3	0.2
2. Уровень проникновения на рынок	0.1	3	2	0.3	0.2
3. Предполагаемый срок эксплуатации	0.2	4	3	0.8	0.3
Итого	1			3.7	2.6

Б_г – методика Горева

Б_н – ГОСТ Р 22.1.09 – 99

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i * B_i$$

где K – конкурентоспособность вида;

V_i – вес критерия (в долях единицы);

B_i – балл каждого вида (по пятибалльной шкале);

Согласно данным, представленным в таблице, можно сделать вывод, что использование прогнозирования риска возникновения лесного низового пожара является наиболее эффективным и целесообразным. Его конкурентоспособность находится на отметке высоких показателей, суммарный балл равен 3,7.

6.1.4. Технология QuaD

Таблица 20-Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение (3/4)	Средневзвешенное значение (5x2)
1	2	3	4	5	

Показатели оценки качества разработки					
1. Инфицированность	0,05	85	100	0,85	0,04
2. Безопасность	0,1	90	100	0,9	0,09
3. Потребность в ресурсах памяти	0,15	95	100	0,95	0,1
4. Функциональная мощность (предоставляемые возможности)	0,1	85	100	0,85	0,09
5. Простота эксплуатации	0,1	85	100	0,85	0,09
6. Качество интеллектуального интерфейса	0,1	80	100	0,80	0,08
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
7. Конкурентоспособность продукта	0,15	70	100	0,7	0,1
8. Перспективность рынка	0,05	60	100	0,6	0,03
9. Цена	0,1	90	100	0,9	0,09
10. Финансовая эффективность научной разработки	0,1	70	100	0,7	0,07
Итого	1	810	1000	0,81	0,78

$$P_{cp} = \sum B_i * B_i = 4.25 + 9 + 14.25 + 8.5 + 8 + 10.5 + 3 + 9 + 7 = 73.5$$

Перспективность данной разработки (73,5) выше среднего.

6.1.5. SWOT-анализ

Первый этап

Таблица 21 – Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С₁. Актуальность проекта</p> <p>С₂. Использование современного оборудования и ИТ-технологий.,</p> <p>С₃. Наличие бюджетного финансирования.</p> <p>С₄. Представление полученной информации</p>	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <p>С_{л1}. Небольшой опыт</p> <p>С_{л2}. Ограниченная область применения</p> <p>С_{л3}. Ресурсозатратность</p> <p>С_{л4}. Мало испытан в работе.</p> <p>С_{л5}. Не решены все организационные вопросы</p>
--	--	---

	наглядно (графики, Формулы, таблицы). С ₅ . Опытный руководитель	
Возможности: В ₁ .Повышение стоимости конкурентных разработок В ₂ . Появление дополнительного спроса на новый продукт В ₃ . Повышение уровня предотвращения экологического загрязнения В ₄ . Повышение уровня оперативного реагирования спец. Служб В ₅ . Повышение уровня локализации аварий		
Угрозы: У ₁ . Отсутствие спроса У ₂ . Развитие конкуренции У ₃ . Появление новых технологий У ₄ . Уменьшение финансирования		

Описание сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта, его возможностей и угроз происходит на основе результатов анализа, проведенного в предыдущих и последующих разделах бакалаврской работы.

Вторым этапом проводится выявление соответствия сильных и слабых сторон научно- исследовательского проекта. Интерактивные матрицы проекта представлены в таблицах 4, 5, 6 и 7.

Второй этап

Выявление соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта.

Таблица 22- Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		С ₁	С ₂	С ₃	С ₄	С ₅
	В ₁	+	-	0	-	+
	В ₂	+	-	-	+	0
	В ₃	-	+	+	+	+
	В ₄	-	+	+	+	+
	В ₅	-	+	+	+	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные сторон и возможности: B1C1C5, B2C1C4, B3B4B5C2C3C4C5.

Таблица 23 – Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		C _{л1}	C _{л2}	C _{л3}	C _{л4}	C _{л5}
	B ₁	+	+	+	+	0
	B ₂	+	-	-	-	0
	B ₃	0	-	-	0	-
	B ₄	0	-	-	0	-
	B ₅	0	-	-	0	-

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможности: B1Cл1Cл2Cл3Cл4.

Таблица 24 – Интерактивная матрица проекта.

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
	Y ₁	+	+	+	0	-
	Y ₂	-	+	+	-	0
	Y ₃	0	+	+	0	-
	Y ₄	-	+	+	-	0
	Y ₅	0	+	-	0	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и угроз: Y1C1C2C3, Y2C2C3, Y3Y4C2C3, Y5C2C5.

Таблица 25 – Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		C _{л1}	C _{л2}	C _{л3}	C _{л4}	C _{л5}
	Y ₁	+	-	+	-	0
	Y ₂	+	+	0	+	+
	Y ₃	+	+	+	+	0
	Y ₄	+	+	+	+	0
	Y ₅	-	-	-	-	+

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и угроз: Y1Cл1Cл3, Y2Cл1Cл2Cл4Cл5, Y3Y4Cл1Cл2Cл3Cл4, Y5Cл5.

Третий этап

Таблица 26 – SWOT-анализ

Сильные стороны научно-исследовательского проекта:	Слабые стороны научно-исследовательского проекта:
C ₁ . Актуальность проекта C ₂ . Использование современного	C _{л1} . Небольшой опыт C _{л2} . Ограниченная область применения

	<p>оборудования и ИТ-технологий.,</p> <p>С₃. Наличие бюджетного финансирования.</p> <p>С₄. Представление полученной информации наглядно (графики, формулы, таблицы).</p> <p>С₅. Опытный руководитель</p>	<p>С_{л3}. Ресурсозатратность</p> <p>С_{л4}. Мало испытан в работе.</p> <p>С_{л5}. Не решены все организационные вопросы</p>
<p>Возможности:</p> <p>В₁. Повышение стоимости конкурентных разработок</p> <p>В₂. Появление дополнительного спроса на новый продукт</p> <p>В₃. Повышение уровня предотвращения экологического загрязнения</p> <p>В₄. Повышение уровня оперативного реагирования спец. Служб</p> <p>В₅. Повышение уровня локализации аварий</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы, коррелирующие сильных сторон и возможности: В1С1С5, В2С1С4, В3В4В5С2С3С4С5.</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы, коррелирующие слабых сторон и возможности: В1Сл1Сл2Сл3Сл4.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У₁. Отсутствие спроса</p> <p>У₂. Развитие конкуренции</p> <p>У₃. Появление новых технологий</p> <p>У₄. Уменьшение финансирования</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы, коррелирующие сильных сторон и угроз: У1С1С2С3, У2С2С3, У3У4С2С3, У5С2С5.</p>	<p>Результаты анализа интерактивной матрицы, коррелирующие слабых сторон и угроз: У1Сл1Сл3, У2Сл1Сл2Сл4Сл5, У3У4Сл1Сл2Сл3Сл4, У5Сл5.</p>

Результаты SWOD-анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта.

6.2. Определение возможных альтернатив проведения научных исследований

Лесные пожары являются мощным природным и антропогенным фактором, существенно изменяющим функционирование и состояние лесов. Лесные пожары наносят урон экологии, экономике, а часто и человеческие жизни оказываются под угрозой. Для стран, где леса занимают большую территорию, лесные пожары являются национальной проблемой, а ущерб, наносимый реальному сектору экономики, исчисляется десятками и сотнями миллионов долларов в год.

Лесные пожары наносят огромный урон экологии, для восстановления леса требуется несколько десятков лет и несколько поколений лесничих. В случае, когда промышленные объекты находятся в непосредственной близости от леса, ущерб от пожара может быть колоссальным. Но наибольшую опасность представляет угроза населенным пунктам, когда лесной пожар может стать причиной смерти людей. Причиной пожара может быть природное явление: грозовые разряды и молнии, но чаще причиной является сам человек, начиная от простого туристического отдыха и заканчивая сельскохозяйственными палами.

Основная задача исследовательской работы заключается в поиске методики по вычислению комплексного показателя пожарной опасности в лесу по условиям погоды. Методика должна быть проста в использовании, задействовать минимальное количество данных и достоверна и применяться на практике. Для такого анализа были взяты 3 методики:

- 1) ГОСТ Р 22.1.09-99. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование лесных пожаров. Общие требования.

Для расчета по данной методике необходимы следующие данные:

- Температура воздуха;
- Температура точки росы;
- Число дней после последнего дождя.

- 2) Индекс засухи Кетча-Бирама

Для расчета необходимо знать суточное количество атмосферных осадков, но для Сибирского региона данная методика не подходит, так как климатические условия не похожи на Восточного Калимантана.

- 3) Усовершенствованная методика Горева Г.В.

Для расчета риска возникновения лесного пожара по методике Горева необходимы следующие данные:

- максимальная температура воздуха;
- минимальная влажность воздуха;
- суточное количество атмосферных осадков.

Таблица 27 – Морфологическая матрица

	1	2	3
--	---	---	---

А. Визуализация результатов	график	формулы	таблицы
Б. Описание процесса	таблицы	графики	При помощи формул
В. Описание поражающих факторов, количество	2	3	>3
Г. Длительность расчета, мин	40	35	25
Д. Точность результатов	0,35	0,15	1

1– Усовершенствованная методика Горева Г.В.

2– ГОСТ Р 22.1.09-99.

3– Индекс засухи Кетча-Бирама.

Возможные варианты решения технической задачи:

1. А2Б1В3Г3Д3–в этом варианте результаты будут наглядные, описано будет более 3-х поражающих факторов, длительность расчетов минимальная и точность результатов высокая, данный вариант самый перспективный
2. А1Б3В2Г2Д2–количество поражающих факторов 3, длительность расчетов средняя и точность результатов средняя.
3. А3Б2ВГ1Д1–данный вариант самый худший для решения данной проблеме.

Исходя из Морфологической матрицы можно сделать вывод о том, что самая перспективная методика –усовершенствованная методика Горева Г.В.

6.3. Планирование научно-исследовательских работ

6.3.1. Структура работ в рамках научного исследования

Структура работы в рамках научного исследования по теме «Прогнозирование риска возникновения низового пожара в лесах сибирского региона» представлена в таблице 10.

Таблица 28 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работ	Должность исполнителя
Подготовительный этап	1	Выбор и утверждение темы исследования	Научный руководитель, студент
	2	Составление календарного плана-графика выполнения ВКР	Научный руководитель, студент
Основной этап	3	Изучение литературы по теме исследования	Студент

	4	Сбор, анализ, систематизация информации по теме ВКР	Студент
	5	Написание теоретической части ВКР	Студент
	6	Подведение промежуточных итогов	Научный руководитель, студент
	7	Выполнение практической части ВКР	Студент
	8	Оценка и анализ полученных результатов	Научный руководитель, студент
Заключительный этап	9	Оформление ВКР	Студент

Основываясь на данных таблицы, большая часть работы выполняется студеном самостоятельно. Научный руководитель контролирует соблюдение студентом графика работ, а также проверяет результаты. Далее будет определен срок выполнения каждой из работ, для этого предварительно определена трудоемкость.

6.3.2. Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаях образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5}$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

t_{mini} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

t_{maxi} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн .

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 1-ого этапа работы:

$$t_{ож1} = \frac{3 * 1 + 2 * 4}{5} = 2,2 \text{ чел. – дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 2-ого этапа работы:

$$t_{ож2} = \frac{3 * 2 + 2 * 4}{5} = 2,8 \text{ чел. – дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 3-ого этапа работы:

$$t_{ож3} = \frac{3 * 7 + 2 * 14}{5} = 9,8 \text{ чел. -дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 4-ого этапа работы:

$$t_{ож4} = \frac{3 * 14 + 2 * 20}{5} = 16,4 \text{ чел. -дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 5-ого этапа работы:

$$t_{ож5} = \frac{3 * 7 + 2 * 14}{5} = 9,8 \text{ чел. -дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 6-ого этапа работы:

$$t_{ож6} = \frac{3 * 2 + 2 * 4}{5} = 2,8 \text{ чел. -дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 7-ого этапа работы:

$$t_{ож7} = \frac{3 * 7 + 2 * 21}{5} = 12,6 \text{ чел. -дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости выполнения 8-й работы составило:

$$t_{ож8} = \frac{3 * 2 + 2 * 4}{5} = 2,8 \text{ чел. -дн.}$$

Ожидаемое (среднее) значение трудоемкости на выполнение 9-ого этапа работы:

$$t_{ож9} = \frac{3 * 14 + 2 * 28}{5} = 19,6 \text{ чел. -дн.}$$

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65%.

$$T_{pi} = \frac{(toji)}{chi}$$

Где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. Дн.;

$toji$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

chi – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел [27].

Продолжительность 1-ого этапа:

$$T_{p1} = \frac{2,2}{2} = 1 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 2-ого этапа:

$$T_{p2} = \frac{2,8}{2} = 1 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 3- ого этапа:

$$T_{p3} = \frac{9,8}{1} = 10 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 4- ого этапа:

$$T_{p4} = \frac{16,4}{1} = 16 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 5- ого этапа:

$$T_{p5} = \frac{9,8}{1} = 10 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 6- ого этапа:

$$T_{p6} = \frac{2,8}{2} = 1 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 7- ого этапа:

$$T_{p7} = \frac{12,6}{1} = 13 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 8- ого этапа:

$$T_{p8} = \frac{2,8}{2} = 1 \text{ раб.дн.}$$

Продолжительность 9- ого этапа:

$$T_{p9} = \frac{19,6}{1} = 20 \text{ раб.дн.}$$

Из проведенных расчетов видно, что наибольшую трудоемкость и продолжительность будут иметь 3, 4, 5, 7 и 9 этапы.

6.3.3. Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{\text{кал}}$$

Где T_{ki} —продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} —продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ — коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}$$

Где $T_{\text{кал}}$ —количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ —количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ —количество праздничных дней в году.

Коэффициент календарности в 2020 году составил:

$$k_{\text{кал}} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48$$

Продолжительность выполнения 1-ого этапа в календарных днях:

$$T_{k1} = 1 * 1,48 = 1 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 2-ого этапа в календарных днях:

$$T_{k2} = 1 * 1,48 = 1 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 3- ого этапа в календарных днях:

$$T_{k3} = 10 * 1,48 = 15 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 4- ого этапа в календарных днях:

$$T_{k4} = 16 * 1,48 = 24 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 5- ого этапа в календарных днях:

$$T_{k5} = 10 * 1,48 = 15 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 6- ого этапа в календарных днях:

$$T_{k6} = 1 * 1,48 = 1 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 7- ого этапа в календарных днях:

$$T_{k7} = 13 * 1,48 = 19 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 8- ого этапа в календарных днях:

$$T_{k8} = 1 * 1,48 = 1 \text{ кал. дн.}$$

Продолжительность выполнения 9- ого этапа в календарных днях:

$$T_{k8} = 20 * 1,48 = 30 \text{ кал. дн.}$$

Полученные данные занесем в таблицу 11.

Таблица 29 – Временные показатели проведения научного исследования

№	Название	Трудоемкость работ			Исполнители	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
		t_{min}	t_{max}	t_{oji}			
1	Выбор и утверждение темы исследования	1	4	2.2	Научный руководитель, студент	1	1
2	Составление календарного плана-графика выполнения ВКР	2	4	2.8	Научный руководитель, студент	1	1
3	Изучение литературы по теме исследования	7	14	9.8	Студент	10	15
4	Сбор, анализ, систематизация информации по теме ВКР	14	20	16.4	Студент	16	24
5	Написание теоретической части ВКР	7	14	9.8	Студент	10	15
6	Подведение промежуточных итогов	2	4	2.8	Научный руководитель, студент	1	1

7	Выполнение практической части ВКР	7	21	12.6	Студент	13	19
8	Оценка и анализ полученных результатов	2	4	2.8	Научный руководитель, студент	1	1
9	Оформление ВКР	14	28	19.6	Студент	20	30

На основе (табл. 11) построен календарный план-график. График (табл. 12) был построен для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта на основе таблицы с разбивкой по месяцам и декадам (10 дней) за период времени научно–исследовательской работы. При этом работы студента и руководителя выделены черным и серым цветом.

Таблица 30 – Календарный план-график проведения НИОКР по теме

№	Вид работы	Исполнитель	T_{ki} , кал. Дн..	Продолжительность выполнения работ												
				фев р		март			апр			май			июн ь	
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	
1	Выбор и утверждение темы исследования	Научный руководитель, студент	1													
2	Составление календарного плана-графика выполнения ВКР	Научный руководитель, студент	1													
3	Изучение литературы по теме исследования	Студент	15													
4	Сбор, анализ, систематизация информации по теме ВКР	Студент	24													
5	Написание теоретической части ВКР	Студент	15													
6	Подведение промежуточных итогов	Научный руководитель, студент	1													
7	Выполнение практической части ВКР	Студент	19													
8	Оценка и анализ	Научный руководитель, студент	1													

Ручка	шт.	0	1	0	50	0	50
Карандаш	шт.	1	0	50	0	50	0
Файл-вкладыш	шт.	30	0	2	0	60	0
Картридж	шт.	1	1	500	500	500	500
Связь – Интернет	-	1	1	450	450	450	450
Итого						1660	1000

6.4.2. Основная заработная плата исполнителей темы

В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 20 – 30 % от тарифа или оклада. Расчет основной заработной платы сводится в таблице 14. Проводим расчет заработной платы в промежуток времени, когда работали руководитель темы и студент. Стоимость часа руководителя 300 рублей, а студент получает 50 рублей (учитываем, что рабочий день 8 часов).

Таблица 32 - Расчет основной заработной платы

№	Наименование этапов	Исполнители по категориям	Трудоемкость чел.- дн.	Зарботная плата, приходящаяся на один чел.- дн., тыс. руб.	Всего заработная плата по тарифу (окладам), тыс. руб.
1	Выбор и утверждение темы исследования	Научный руководитель, студент	1	3,125	3,125
2	Составление календарного плана-графика выполнения ВКР	Научный руководитель, студент	1	3,125	3,125
3	Изучение литературы по теме исследования	Студент	15	0,249	3,735
4	Сбор, анализ, систематизация информации по теме ВКР	Студент	24	0,249	5,976

5	Написание теоретической части ВКР	Студент	15	0,249	3,735
6	Подведение промежуточных итогов	Научный руководитель, студент	1	3,125	3,125
7	Выполнение практической части ВКР	Студент	19	0,249	4,731
8	Оценка и анализ полученных результатов	Научный руководитель, студент	1	3,125	3,125
9	Оформление ВКР	Студент	30	0,249	7,47
итого					38,147

Заработная плата научного руководителя и студента включает основную заработную плату и дополнительную заработную плату:

$$З_{зп} = З_{осн} + З_{доп}$$

$З_{осн}$ —основная заработная плата;

$З_{доп}$ —дополнительная заработная плата (13 % от $З_{осн}$).

Основная заработная плата ($З_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$З_{осн} = З_{дн} * Т_p$$

$З_{дн}$ —среднедневная заработная плата работника, руб

$З_{осн}$ —основная заработная плата одного работника;

$Т_p$ —продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. ;

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{дн} = (З_m * M) / F_d$$

$З_m$ —месячный должностной оклад работника, руб.;

M —количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

F_d —действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн

Таблица 33 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Студент
Календарное число дней	366	366
Количество нерабочих дней	120	120
– выходные дни		
– праздничные дни		
Потери рабочего времени	48	72
• отпуск		

• невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	198	212

Месячный должностной оклад работника:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{тс}} * (1 + K_{\text{пр}} + K_{\text{д}}) * K_{\text{р}}$$

где $З_{\text{тс}}$ – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$K_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от $З_{\text{тс}}$);

$K_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5;

$K_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Месячный должностной оклад научного руководителя:

$$З_{\text{м}} = 26300 * (1 + 0,3 + 0,3) * 1,3 = 54704$$

Месячный должностной оклад студента, руб.:

$$З_{\text{м}} = 2600 * (1 + 0,3 + 0,2) * 1,3 = 5070$$

Среднедневная заработная плата научного руководителя, руб.:

$$З_{\text{дн}} = \frac{54704 * 10,4}{198} = 2873$$

Среднедневная заработная плата студента, руб.:

$$З_{\text{дн}} = \frac{5070 * 10,4}{212} = 249$$

Рассчитаем рабочее время:

Науч.рук.: $T_{\text{р}} = 2$ раб. дн.

Студент: $T_{\text{р}} = 105$ раб. дн.

Основная заработная плата научного руководителя составила:

$$З_{\text{осн}} = 2873 * 2 = 5746 \text{ руб.}$$

Основная заработная плата студента составила:

$$З_{\text{осн}} = 249 * 105 = 26145 \text{ руб.}$$

Таблица 34 – Расчет основной заработной платы научного руководителя и студента

Исполнители	$З_{\text{тс}}$	$K_{\text{пр}}$	$K_{\text{д}}$	$K_{\text{р}}$	$З_{\text{м}}, \text{руб.}$	$З_{\text{дн}}$	$T_{\text{р}}$	$З_{\text{осн}}, \text{руб.}$
Научный руководитель	26300	0,3	0,3	1,3	54704	2873	2	5746
студент	2600	0,3	0,2	1,3	5070	249	105	26145
Итого $З_{\text{осн}}$								31891

6.4.3. Дополнительная заработная плата исполнителей темы

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = K_{\text{доп}} * З_{\text{осн}}$$

Где $З_{\text{доп}}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$K_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной зарплаты принимать равным 0,13;

$З_{\text{осн}}$ – основная заработная плата, руб.

Таблица 35 - Расчет дополнительной заработной платы

Заработная плата	Руководитель	Студент
Основная зарплата	5746	26145
Дополнительная зарплата	746,98	-
Итого, руб	6492,98	26145

6.4.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = K_{\text{внеб}} * (З_{\text{осн}} * З_{\text{доп}})$$

где $K_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр). На 2020 г. в соответствии с Федеральным закона от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2019 году, водится пониженная ставка – 28%.

Научный руководитель:

$$З_{\text{внеб}} = 0.28 * 6492,98 = 1818,03 \text{ руб.}$$

Студент:

$$З_{\text{внеб}} = 0.28 * 26145 = 7320,6$$

6.4.5. Накладные расходы

$$З_{\text{накл}} = (\text{Сумма статей}) * K_{\text{нр}}$$

$K_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величину коэффициента накладных расходов можно взять в размере 16%.

$$З_{\text{накл}} = (2660 + 31891 + 746,98 + 9138.63) * 0,16 = 7109,86 \text{ руб.}$$

Таблица 36 – Расчет накладных расходов.

Наименование статьи	Сумма, руб.
---------------------	-------------

	Руководитель	Студент
Материальные затраты НТИ	1000	1660
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	5746	26145
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	746,98	-
Отчисления во внебюджетные фонды	1818,03	7320,6
итого	9311,01	35125,6
Накладные расходы	1489,76	5620,096

6.4.6. Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Рассчитанные выше величины затрат научно-исследовательской работы представляет собой основу формирования бюджета затрат научно-исследовательской работы (табл. 18) отражены сводные показатели, которые формируют бюджет затрат ВКР.

Таблица 37 - Расчет бюджета затрат НТИ

Наименование статьи	Сумма, руб.		Примечание
	Рук-ль	Студент	
Материальные затраты НТИ	1000	1660	Пункт 4,1
Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	5746	26145	Пункт 4,2
Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	746,98	-	Пункт 4,3
Отчисления во внебюджетные фонды	1818,03	7320,6	Пункт 4,4
Накладные расходы	1489,76	5620,096	16% от суммы ст. 4,5
Бюджет затрат НТИ	10800,77	40745,7	

6.5. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин:

финансовой эффективности и ресурсоэффективности. Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \Phi_{pi} / \Phi_{\text{max}}$$

$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ — интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} — стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} — максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта/ 60

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{10800,77}{40745,7} = 0,27$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{40745,7}{40745,7} = 1$$

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a^i * b^i$$

I_{pi} — интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a^i — весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b^i — балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n — число параметров сравнения.

Таблица 38 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

№	Критерии оценки	Вес критерия	баллы	
			Б _{инж}	Б _{тех}
1	Надежность	0,15	4	4
2	Безопасность	0,16	5	5
3	Простота эксплуатации	0,11	3	4
4	Объемы производства	0,12	3	2
5	Функциональная мощность	0,12	4	2
6	Сотрудничество с поставщиками	0,07	2	3
7	Повышение производительности труда пользователя	0,11	4	4
8	Цена	0,06	3	3
9	Уровень проникновения на рынок	0,1	3	3
Итого		1		

$$B_{\text{инж}} = 4 * 0,15 + 5 * 0,16 + 3 * 0,11 + 3 * 0,12 + 4 * 0,12 + 2 * 0,07 + 4 * 0,11 + 3 * 0,06 + 3 * 0,1 = 3,63$$

$$B_{\text{тех}} = 4 * 0,15 + 5 * 0,16 + 4 * 0,11 + 2 * 0,12 + 3 * 0,07 + 4 * 0,11 + 3 * 0,06 + 3 * 0,1 = 3,45$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки (Исп i) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{исп}i} = I_{\text{р}i} / I_{\text{фин}i}$$

$$I_{\text{инж}} = \frac{3,63}{0,27} = 13,44$$

$$I_{\text{тех}} = 3,45 / 1 = 3,45$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта (таблица 4.14) и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$):

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = I_{\text{инж}} / I_{\text{тех}}$$

Таблица 39 – Сравнительная эффективность разработки

Показатели	Инж	Тех
Интегральный финансовый показатель разработки	0,27	1
Интегральный показатель ресурсо-эффективности разработки	3,63	0,45
Интегральный показатель эффективности	13,44	3,45
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	2,5	0,4

Сравнив значения интегральных показателей эффективности, можно сделать вывод, что наиболее эффективным является первый вариант решения в поставленной бакалаврской работе задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе выполнения бакалаврской работы было проведено прогнозирование риска возникновения низового пожара в лесах сибирского региона.

Была изучена структура леса Томской области. Область относится к богатому лесному краю, где преобладают хвойные деревья. Ценные – ель, пихта, сосна и кедр. Общая площадь земель лесного фонда на территории Томской области составляет 28 820,1 тыс. га. На территории области расположено 21 лесничество.

Был проведен анализ статистических данных по лесным пожарам в Томской области. За период 2010-2019 годов произошло 1885 пожаров. Большинство пожаров произошло от естественных причин и так же из-за антропогенного фактора. К естественным причинам были отнесены молнии, сопутствующие сухой грозе, лесные горючие материалы, а также природные условия (жаркое и без осадков лето). К антропогенным источникам было отнесено неосторожное обращение с огнем и разведение костров в пожароопасный период (первая декада апреля – по первую декаду октября), пал сухой травы на сельскохозяйственных полях.

По частоте возникновения пожаров и площади распространения, исходя из статистических данных, предоставленных Департаментом лесного хозяйства Томской области, является Верхнекетский район.

Был проведен логико-графический анализ причин и событий на основании «Дерева событий», где за головное событие был выбран низовой пожар. Так же был проведен метод экспертных оценок, для выявления наиболее вероятностных событий и причин возникновения низовых пожаров в Верхнекетском районе Томской области. Исходя из проведенного анализа, наиболее вероятные причины возникновения пожаров – это весенний пал травы на сельскохозяйственных полях, антропогенный фактор, а также повышенная температуры воздуха.

Предложены рекомендации по снижению вероятных причин возникновения низового пожара. Рекомендуется регулярно проводить рейды по информированию людей правилам пожарной безопасности в лесу в пожароопасный период времени, особенно обратить внимание на распространение информации в социальных сетях. Организация противопожарных барьеров в лесу. Проводить очистку лесов от внелесосечной захламленности. Проводить контроль за соблюдением требований по пожарной безопасности в лесах Верхнекетского района.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лесной план Томской области от 18 февраля 2019 года №40-р–44с
2. ЕМИСС, Государственная статистика [Электронный ресурс].
<https://www.fedstat.ru/indicator/38496>
3. Дорпер Г.А. Динамика лесных пожаров. – Новосибирск: Наука СО РАН, 2008. – 404 с
4. Об утверждении классификации природной пожарной опасности лесов и классификации пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды. – Приказ от 5 июля 2011 г. № 287
5. Софронов М.А. Пирологическое районирование в таежной зоне. Новосибирск: Наука, Сиб. Отделение, 1990– 205 с
6. Мелехов И.С. Лесная пирология: учебное пособие/ И.С. Мелехов, С.И. Душа-Гудым, Е.П. Сергеева. – М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2007. – 296 с
7. Конев Э.В. Физические основы горения растительных материалов. – Новосибирск: Наука, 1977. – 240 с.
8. Курбатский Н.П. Исследование количеств и свойств лесных горючих материалов. Красноярск: ИЛиД СО АН СССР, 1970
9. Об утверждении классификации природной пожарной опасности лесов и классификации пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды: Приказ Рослесхоза от 05.07.2011 № 287 // Справочно-правовая система «Консультант Плюс»: [Эл. ресурс] / Компания «Консультант Плюс». – Загл. с экрана. – Яз. рус.
10. Горбатенко В.П., Ершова Т.В. Роль климатических факторов в возникновении лесных пожаров на территории Томской области // Сибирский экологический журнал. Новосибирск, 2006. Вып. № 2. С. 151–155.
11. Горбатенко В.П., Дульзон А.А. Результаты исследования грозовой активности над территорией Томской области // Известия ТПУ. 2006. № 2. С. 126–130.
12. Софронова Т.М., Волокитина А.В., Софронов М.А. Оценка пожарной опасности по условиям погоды с использованием метеопрогнозов. – Институт леса. СО РАН. – С. 31–32;
13. Софронов, М.А. Типы основных проводников горения при низовых пожарах / М.А. Софронов, А.В. Волокитина // Лесной журнал. – 1985. – № 5. – С. 12-17.
14. Софронов, М.А. Типы проводников горения при низовых пожарах / М.А. Софронов, А.В. Волокитина // Роль подстилки в лесных биогеоценозах. Тез. докл. Всерос. совещания. – М.: Наука, 1983. – С. 190.
15. Курбатский, Н.П. Техника и тактика тушения лесных пожаров / Н.П. Курбатский. – М.: Гослесбумиздат, 1962. – 154 с

16. Тушение лесных пожаров. Учебное пособие. Архангельск, 2013. – 106 с
17. Брушлинский, Н.Н. О понятии пожарного риска и связанных с ним понятиях / Н.Н. Брушлинский // Пожарная безопасность. – 1999. – № 3. – С. 83-84.
18. Амельчугов, С.П. Оценка лесопожарных рисков / С.П. Амельчугов, Ю.А. Андреев, С.Ю. Комаров // Труды десятой международной конференции по финансово-актуарной математике и эвентологии безопасности. Красноярск, 2011. – С. 33-38.
19. Долгов А.А., Сумина Е.Н., Цомаева Д.С. Методология оценки лесопожарных рисков // Материалы научно- практической конференции. – М.: Московский государственный университет природообустройства, 2008. –С. 12–21.
20. Раков В.А. Способ определения распределения годовой плотности разрядов молний в землю на исследуемой территории / Патент SU № 1812537А1. Опубликовано 30.04.1993 г. С. 1–4.
21. Мониторинг и прогнозирование лесных пожаров. Общие положения. 2000. – 8с.
22. ГОСТ Р 58771-2019 Менеджмент риска. Технологии оценки риска. ГОСТ Р 22.1.09-99.
23. Я. Д. Вишняков, Н. Н. Радаев. Общая теория рисков: учебное пособие для студентов высших учебных заведений. – 2-е издание, – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 368 с.
24. Рекомендации по обнаружению и тушению лесных пожаров (утв. Рослесхозом 17.12.1997). – 10 с.
25. Е.А. Щетинский. Тушение лесных пожаров (пособие для лесных пожаров)
26. Жданко, В.А. Научные основы построения местных шкал и значение их при разработке противопожарных мероприятий / В.А. Жданко // Современные вопросы охраны лесов от пожаров и борьбы с ними. – М.: Лесная пром-сть, 1965. – С. 53-86.
27. LPATS IV Installation, Operation, and Maintenance Manual. 40176 REV 9810. Global Atmospherics, Ins., USA, 1998. 76 p.
28. Lightning and Atmospheric Electricity Research at the GHCC. Режим доступа: <http://thunder.msfc.nasa.gov/data>, свободный.
29. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 №197–ФЗ (ред. от 05.02.2018);
30. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя, 2017;
31. ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация», 2015;
32. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы;

33. СанПиН 2.2.4.1191-03 «Электромагнитные поля в производственных условиях», 2003;
34. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. – М.: Минздрав России, 1997. – 15 с;
35. Естественное и искусственное освещение [Электронный ресурс] / URL: <http://www.vashdom.ru/snip/2305-95/>, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. Рус;
36. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278–03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещённому освещению жилых и общественных зданий. М.: Минздрав России, 2003. – 37 с.;
37. Люксметры и измерение освещенности [Электронный ресурс] / URL: http://ecounit.com.ua/artikle_103.html;
38. СП 52.13330.2016 "Естественное и искусственное освещение" Актуализированная редакция СНиП 23-05-95
39. СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях, жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки;
40. Влияние шума на организм человека [Электронный ресурс/ URL : <https://www.natural-sciences.ru/ru/article/view?id=14048>;
41. Защита от электромагнитного излучения [Электронный ресурс] / URL: <https://gamma7.m-l-m.info/zashhita-ot-elektromagnitnogoizlucheniya/vliyanie-elektromagnitnogo-izlucheniya-nacheloveka/vrednoe-vozdjestvie-kompjutera/>;
42. Влияние компьютера на человека и окружающую среду [Электронный ресурс] / URL: <http://ecovoice.ru/blog/eco/5336.html>;
43. Пожарная безопасность [Электронный ресурс] / URL: <https://www.fire-service.ru/informaciya/informaciya-po-pozharnojbezopasnosti/pozharnaya-bezopasnost.html>;
44. Возгорание персональных компьютеров [Электронный ресурс] / URL: <http://tinyhack.ru/vozgoranie-personalnyh-kompyuterov/>.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Экспертная оценка факторов и событий, приводящих к возникновению низовых пожаров в Верхнекетском районе.

Экспертам предлагается провести оценку вероятности возникновения факторов и событий способствующие возникновению лесного пожара в Верхнекетском районе Томской области.

Описание Верхнекетского района. Для данного района характерен континентально-циклонический климат. Основным богатством района являются леса с запасом древесины 391,4 млн. м³, в т.ч. 310,4 млн. м³ - хвойной. Лесистость района - 67%.

Расчетная лесосека- III группы лесов: по хвойному хозяйству - 1774 тыс. м³, в т. ч. по кедру - 786 тыс. м³, по лиственному хозяйству - 1758 тыс. м³. В районе сосредоточена треть общеобластных запасов ягод (брусника, черника, клюква).

Через Верхнекетский район проходят автомобильные дороги "Первомайское – Белый Яр", "Колпашево – Белый Яр" (Количество автобусных маршрутов-3) и железная дорога "Асино – Белый Яр".

Вам будут предложены опросные листы, состоящие из двух частей. К каждой части приложены таблицы и даны шкалы. Вам необходимо ознакомиться с каждой ситуацией, и присвоить вероятность к предложенным событиям. При оценивании Вам необходимо основываться на своих знаниях и опыте.

Перед Вами опросный лист №1, Вам необходимо определить вероятность наступления события по пятибалльной шкале, которая приведена в таблице 1.

Таблица –1 Шкала вероятности возникновения.

Балл	Вероятность возникновения	Вероятность наступления в процентах
1	очень низкая	1-20%
2	низкая	21-40%
3	средняя	41-60%
4	высокая	61-80%
5	очень высокая	80-100%

Таблица –2 сводная таблица оценок экспертов по опросному листу №1

№	Событие/фактор	Балл
1	Возгорание из-за сухой грозы	
2	Вероятность возгорания по природной причине– ветра	
3	Возгорание из-за антропогенного фактора–разведение костров в противопожарный период (первая декада апреля–первую декаду октября)	
4	Возгорание из-за зимующих (почвенных пожаров)	
5	Возгорание из-за пролитой легковоспламеняющейся жидкости (бензин, масло)	

6	Вероятность возникновения возгорания из-за падения дерева на ЛЭП	
7	Возгорание из-за условий окружающей среды– повышенная температура воздуха	
8	Возгорание из-за условий окружающей среды– повышенной влажности воздуха	
9	Вероятность возгорания из-за присутствия в лесу лесных горючих материалов, а именно проводников (мхи, опад, лесная подстилка) и поддерживающих горение (травы, кустарники, хвоя, листва и т.д.)	
10	Возгорание из-за автомобильной аварии	
11	Вероятность возникновения возгорания из-за облачности	
12	Возгорание из-за оставленного в лесу стекла	
13	Возникновение возгорания из-за умышленного поджога	
14	Вероятность возникновения лесного пожара из-за весеннего пала травы на сельскохозяйственных полях	